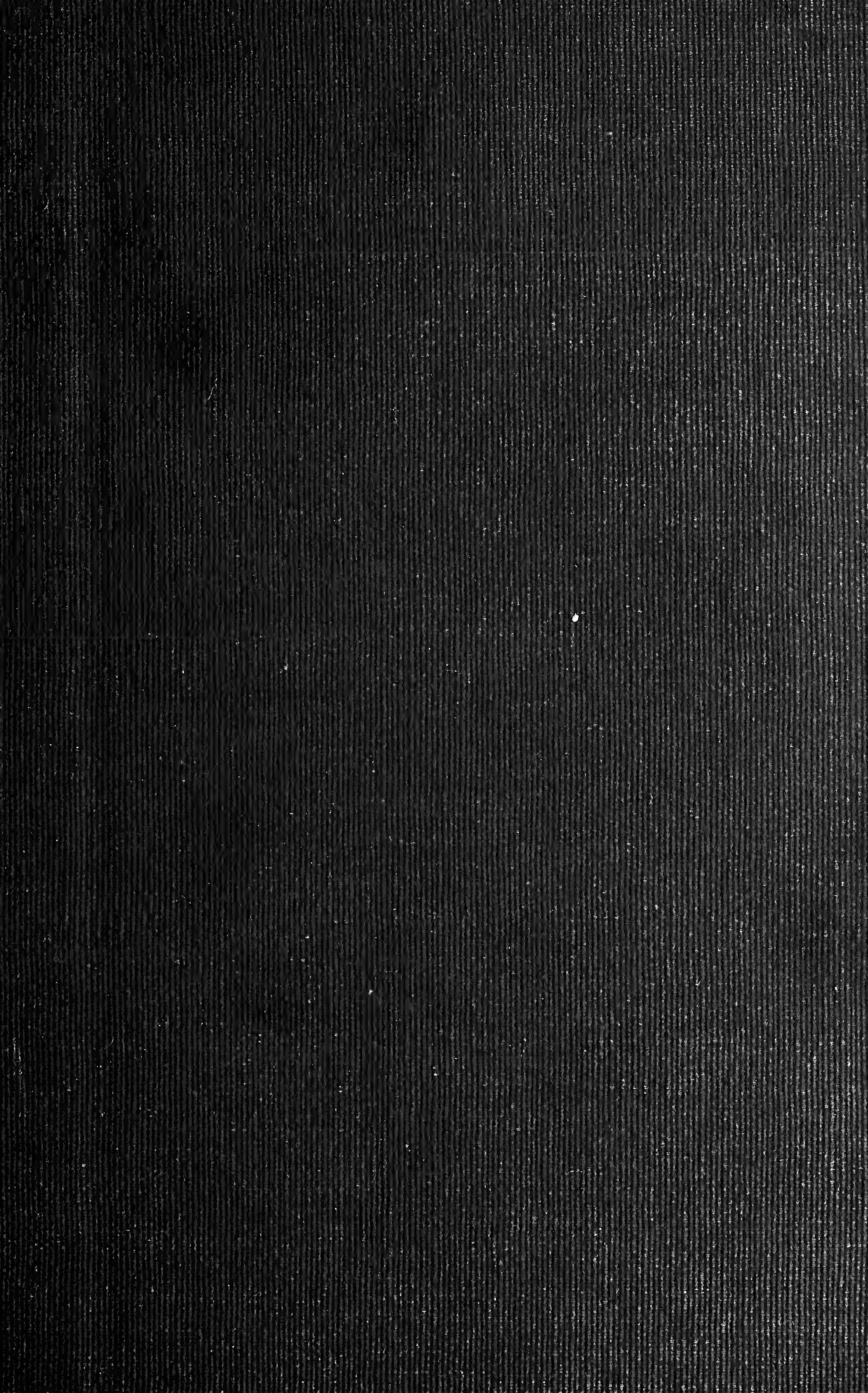


ANNALES

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE

BELGIQUE.

TOME TRENTE-UNIÈME.

1903-1904



IMPRIMERIE H. VAILLANT-CARMANNE
(Société anonyme)
Rue St-Adalbert, 8, à Liége.

1903-1904

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE

BELGIQUE

ANNALES

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE

BELGIQUE.

TOME TRENTE-ET-UNIÈME

1903-1904

LIÉGE
IMPRIMERIE H. VAILLANT-CARMANNE
(SOCIÉTÉ ANONYME)
8, Rue Saint-Adalbert, 8.

—

1903-1904

LISTE DES MEMBRES

MEMBRES EFFECTIFS [1]

1 MM. ABRASSART (Adelson), ingénieur en chef des charbonnages de l'Agrappe, à La Bouverie.

2 ANCION (baron Alfred), ingénieur, industriel, sénateur, 32, boulevard Piercot, à Liége.

3 BAAR (Armand), ingénieur des mines, à Jemeppe-sur-Meuse.

4 BALAT (Victor), conducteur des ponts et chaussées, rue des Bons-Enfants, à Huy.

5 BARLET (Henri), ingénieur, chef de service aux charbonnages de Gosson-Lagasse, à Montegnée.

6 BAYET (Louis), ingénieur, à Walcourt.

7 BEAULIEU (Edouard), ingénieur en chef-directeur du Service technique provincial, 41, quai Marcellis, à Liége.

8 BLANCQUAERT (Désiré), ingénieur en chef-directeur des ponts et chaussées, place Wiertz, à Namur.

9 BODART (Maurice), ingénieur civil des mines, 1, rue Neuf Moulin, à Dison.

10 BOGAERT (Hilaire), ingénieur, directeur des travaux du charbonnage du Bois-d'Avroy, 201, quai de Fragnée, à Liége.

11 BOISSIÈRE (Albert), ingénieur de la Compagnie parisienne du gaz, 124, boulevard Magenta, à Paris.

[1] L'astérisque (*) indique les membres à vie.

12 MM. Bolle (Jules), ingénieur au Corps des mines, à Mons.

13 Bougnet (Eustache), ingénieur à la Vieille-Montagne, à La Mallieue (Engis).

14 Boveroulle (Etienne), ingénieur, 49, rue Darchis, à Liége.

15 Braconier (Frédéric), sénateur et industriel, 7, boulevard d'Avroy, à Liége.

16 Braconier (Ivan), propriétaire, au château de Modave.

17 Briart (Paul), médecin, 17, rue Bréderode, à Bruxelles.

18 Brien (Victor), ingénieur au Corps des mines, 10, boulevard Léopold, à Namur.

19 Brouhon (Lambert), ingénieur, chef du service des eaux de la ville de Liége, 35, rue du Chêne, à Seraing.

20 Buttgenbach (Henri), candidat en sciences naturelles, à Glain (par Ans).

21 Buttgenbach (Joseph), ingénieur, 103, rue de Stassart, à Bruxelles.

22 Cartuyvels (Jules), ingénieur, inspecteur général de l'Administration de l'Agriculture, 215, rue de la Loi, à Bruxelles.

23 Cavallier (C.), administrateur-directeur de la Société anonyme des hauts-fourneaux et fonderies de Pont-à-Mousson, à Pont-à-Mousson (Meurthe-et-Moselle, France).

24 Charneux (Alphonse), propriétaire, au château de et à Beauraing et 34, rue du Président, à Namur.

25 Chaudron (Joseph), ingénieur en chef honoraire des mines, à Auderghem, près Bruxelles.

26 Chenu (Joseph), ingénieur à la Compagnie intercommunale des eaux de l'agglomération bruxelloise, 38, rue Léaune, à Namur.

27 MM. Clerfayt (Adolphe), ingénieur, 15, rue Sohet, à Liége.

28 Cogels (Paul), propriétaire, au château de Boeckenberg, à Deurne-lez-Anvers.

29 Collon (Auguste), docteur en sciences, 67, rue du Parc, à Liége.

30 Colman (C.), directeur de travaux de charbonnages, 7, rue Dartois, à Seraing.

31 Coppoletti (Coriolano), scesa San-Francesco, à Catanzaro (Italie).

32 Cornet (Jules), docteur en sciences naturelles, chargé de cours à l'Université de Gand, professeur à l'Ecole provinciale d'industrie et des mines du Hainaut, 86, boulevard Dolez, à Mons.

33 Crignier (Alfred), négociant en charbons, 7, boulevard Gendebien, à Mons.

34 Crismer (Léon), professeur à l'Ecole militaire, 58, rue de la Concorde, à Bruxelles.

35 Daimeries (Anthime), ingénieur, professeur à l'Université, 4, rue Royale, à Bruxelles.

36 d'Andrimont (René), ingénieur, 47, rue Monulphe, à Liége.

37 De Brouwer (Michel), ingénieur, 136, avenue de la Couronne, à Bruxelles.

38 de Damseaux (Albert), docteur en médecine, inspecteur des eaux minérales, rue Neuve, à Spa.

39 de Dorlodot (chanoine Henry), docteur en théologie, professeur à l'Université, 44, rue de Bériot, à Louvain.

40 de Dorlodot (Léopold), ingénieur, 21, rue Méan, à Liége.

41 De Gandt (Fernand), ingénieur, 8, rue Neuve, à Spa.

42 MM. * de Greeff (R. P. Henri), professeur à la faculté des sciences du Collège N. D. de la Paix, à Namur.

43 Dehousse (Charles), ingénieur, directeur des mines métalliques et charbonnages de la Nouvelle-Montagne, à Engis.

44 De Jaer (Ernest), directeur général honoraire des mines, 59, rue de la Charité, à Bruxelles.

45 De Jaer (Jules), directeur général des mines, 73, avenue de Longchamps, à Uccle.

46 Dejardin (Louis), ingénieur en chef des mines, directeur au Ministère de l'Industrie et du Travail, 186, rue du Trône, à Ixelles.

47 * De Koninck (Lucien-Louis), ingénieur, professeur à l'Université, 2, quai de l'Université, à Liége (en été, à Hamoir).

48 de la Cruz (Emiliano), ingénieur, à Ribas (provincia de Gerona, Espagne).

49 de Lévignan (comte Raoul), docteur en sciences naturelles, au château de Houx, par Yvoir.

50 Delhaye (Georges), ingénieur civil des mines, à Arsimont-lez-Tamines.

51 de Limburg Stirum (comte Adolphe), membre de la Chambre des représentants, 23, rue du Commerce, à Bruxelles (en été, à Bois-St-Jean, par Manhay).

52 de Macar (Julien), ingénieur, au château d'Embourg, par Chênée.

53 de Makeeff (Pierre), ingénieur, rue Gramme, à Liége.

54 Demeure (Adolphe), ingénieur principal des charbonnages du Bois-du-Luc, à Houdeng.

55 Denis (Hector), avocat, membre de la Chambre des représentants, professeur à l'Université de Bruxelles, 34, rue de la Croix, à Ixelles.

56 MM. DENYS (Ernest), ingénieur, 22, place de Flandre, à Mons.

57 DE PIERPONT (Edouard), au château de Rivière, à Profondeville.

58 DE PUYDT (Marcel), 112, boulevard de la Sauvenière, à Liége.

59 **DERCLAYE (Oscar), ingénieur, directeur des Charbonnages du fief de Lambrechies, à Pâturages.**

60 DESCAMPS (Armand), ingénieur, à St-Symphorien.

61 DE SÉLYS LONGCHAMPS (baron Raphaël), rentier, 34, boulevard de la Sauvenière, à Liége.

62 DESPRET (Emile), ingénieur, à Anor (France, Nord).

63 DESPRET (Eugène), ingénieur, directeur de la Société métallurgique de et à Boom.

64 DESPRET (Georges), ingénieur, à Jeumont, par Erquelinnes, poste restante.

65 DE STEFANI (Carlo), professeur à l'Institut royal d'études supérieures, 2, piazza San-Marco, à Florence (Italie).

66 * DESTINEZ (Pierre), préparateur à l'Université, 9, rue Ste-Julienne, à Liége.

67 DEVOS (Edmond), ingénieur-architecte, professeur à l'Académie royale des beaux-arts, 11, rue Sohet, à Liége.

68 * DEWALQUE (François), ingénieur, professeur à l'Université, 25, rue des Joyeuses-Entrées, à Louvain.

69 DEWALQUE (Gustave), docteur en médecine et en sciences, membre de l'Académie, professeur émérite à l'Université, 16, rue Simonon, à Liége.

70 DOLLÉ (Louis), préparateur de géologie à la Faculté des sciences, 159, rue Brûle-Maison, à Lille (Nord, France).

71 MM. DONCKIER DE DONCEEL (Charles), ingénieur, 50, rue de l'Instruction, à Cureghem (Bruxelles).

72 DOREYE (Alexandre), ingénieur, administrateur de sociétés industrielles, Bois-d'Avroy, à Liége.

73 DUBAR (Arthur), directeur-gérant des charbonnages du Borinage central, à Pâturages.

74 DUCHESNE (Georges), ingénieur, 8, quai Marcellis, à Liége.

75 DUPIRE (Arthur), ingénieur, directeur-gérant des Charbonnages unis de l'ouest de Mons, à Dour.

76 EUCHÊNE (Albert), ingénieur civil des mines, 8, boulevard de Versailles, à St-Cloud (Seine-et-Oise, France).

77 FIRKET (Adolphe), inspecteur général des mines, chargé de cours à l'Université, 28, rue Dartois, à Liége.

78 FONIAKOFF (Antonin), ingénieur, 34, Souvorowski Prospect, à St-Pétersbourg (Russie).

79 FORIR (Henri), ingénieur, répétiteur à l'Université et conservateur des collections géologiques, 25, rue Nysten, à Liége.

80 FOURMARIER (Paul), ingénieur au Corps des mines, 69, rue Maghin, à Liége.

81 FOURNIER (dom Grégoire), bénédictin, à l'abbaye de et à Maredsous.

82 FRAIPONT (Joseph), ingénieur, 56, rue du Châtelain, à Bruxelles.

83 FRAIPONT (Julien), membre de l'Académie, professeur à l'Université, 35, rue Mont-St-Martin, à Liége.

84 FROMONT (Louis), ingénieur, directeur général de la Société anonyme de la Nouvelle-Montagne et de la Société anonyme des produits chimiques d'Engis, à Engis.

85 MM. GÉRIMONT (Maurice), ingénieur, Hôtel Jannary, à Prades (Pyrénées orientales, France).

86 GEVERS-ORBAN (Emile), ingénieur au charbonnage de l'Espérance, 157, rue Adolphe Renson, à Montegnée.

87 GHYSEN (Henri), ingénieur au Corps des mines, 143, rue des Glacières, à Marcinelle, par Charleroi.

88 GILKINET (Alfred), docteur en sciences naturelles, membre de l'Académie, professeur à l'Université, 13, rue Renkin, à Liége.

89 GILLET (Camille), docteur en sciences, pharmacien, professeur de chimie à l'Ecole supérieure des textiles, 40, avenue de Spa, à Verviers.

90 GILLET (Lambert), ingénieur, fabricant de produits réfractaires, à Andenne.

91 GINDORFF (Auguste), ingénieur des mines, directeur de la Compagnie ottomane des eaux de Smyrne, à Smyrne (Asie Mineure).

92 GINDORFF (Franz), ingénieur, 19, rue d'Archis, à Liége.

93 GORET (Léopold), ingénieur, professeur émérite à l'Université, 25, rue Ste-Marie, à Liége,

94 GUILLEAUME (André), pharmacien, à Spa.

95 HABETS (Alfred), ingénieur, professeur à l'Université, 4, rue Paul Devaux, à Liége.

96 HABETS (Marcel), ingénieur, chef de service à la Société Cockerill, 69, quai des Carmes, à Jemeppe-sur-Meuse.

97 HABETS (Paul), ingénieur, directeur-gérant de la Société l'Espérance et Bonne-Fortune, professeur à l'Université de Bruxelles, 33, avenue Blonden, à Liége.

98 HALLET (André), ingénieur au Corps des mines, 83, boulevard Dolez, à Mons.

99 MM. HALLET (Marcel), ingénieur au Corps des mines, à Mons.

100 HALLEUX (Arthur), ingénieur du Service technique provincial, 70, rue Fabry, à Liége.

101 HALLEZ (Edmond), ingénieur en chef des charbonnages du Grand-Hornu, à Hornu.

102 HANARTE (Gustave), ingénieur, 21, rue de Bertaimont, à Mons.

103 HARZÉ (Emile), ingénieur, directeur général honoraire des mines, 213, rue de la Loi, à Bruxelles.

104 HAUZEUR (Jules VANDERHEYDEN A), ingénieur, 25, boulevard d'Avroy, à Liége.

105 HENIN (Jules), ingénieur, directeur-gérant du charbonnage d'Aiseau-Presles, à Farciennes.

106 HENRY (René), ingénieur aux charbonnages du Hazard, 296, rue Mandeville, à Liége.

107 HERMANN (A.), libraire, 8 et 12, rue de la Sorbonne, à Paris.

108 HERPIN (Emile), ingénieur, directeur-gérant du charbonnage de Falisoile, à Falisolle.

109 * HIND (Wheelton), M. D., F. G. S., Roxeth House, à Stoke-on-Trent (Angleterre).

110 HORNE (Charles), ingénieur, 40, rue Lairesse, à Liége.

111 HUBERT (Herman), ingénieur en chef-directeur des mines, professeur à l'Université, 66, rue Fabry, à Liége.

112 ISAAC (Isaac), ingénieur, directeur-gérant de la Compagnie de charbonnages belges, à Frameries.

113 IXELLES. Compagnie intercommunale des eaux de l'agglomération bruxelloise, 48, rue du Trône.

114 JACQUET (Jules), ingénieur en chef-directeur des mines, 21, rue de la Terre-du-Prince, à Mons.

115 MM. Janson (Paul), avocat, sénateur, 65, rue Defacqz, à St-Josse-ten-Noode.

116 Jones (John-Arthur), ingénieur des mines de l'Institut du nord de l'Angleterre et de l'Institut des mines et de la métallurgie de Londres, à Gijon (Asturies, Espagne).

117 Jorissen (Armand), membre correspondant de l'Académie, professeur à l'Université, 106, rue Sur-la-Fontaine, à Liége.

118 Jorissenne (Gustave), docteur en médecine, 2, rue St-Jacques, à Liége.

119 Jottrand (Félix), ingénieur-directeur de l'Association des industriels de Belgique contre les accidents du travail, à Uccle-Stalle.

120 Kairis (Antoine), directeur des travaux du charbonnage du Horloz, rue du Horloz, à St-Nicolas-lez-Liége.

121 Kaisin (Félix), professeur à l'Université, collège Juste Lipse, à Louvain.

122 Kersten (Joseph), ingénieur, inspecteur général des charbonnages patronnés par la Société générale pour favoriser l'Industrie nationale, 32, rue de Neufchâtel, à St-Gilles-lez-Bruxelles.

123 Kleyer (Gustave), avocat, bourgmestre de la ville de Liége, 21, rue Fabry, à Liége.

124 Klinksiek (Paul), libraire, 3, rue Corneille, à Paris.

125 Kreglinger (Adolphe), ingénieur, 51, chaussée de Charleroi, à Bruxelles.

126 Kruseman (Henri), 24, rue Africaine, à Bruxelles.

127 Kuborn (Hyacinthe), professeur émérite, membre de l'Académie de médecine, président de la Société royale de médecine publique de Belgique, à Seraing.

128 Lambinet (Adhémar), ingénieur, à Auvelais.

129 MM. LAMBIOTTE (Victor), ingénieur, directeur-gérant de la Société anonyme des charbonnages réunis de Roton-Farciennes, Beaulet et Oignies-Aiseau, à Tamines.

130 LAMBOT (Léopold), ingénieur et industriel, à Marchienne-au-Pont.

131 LATINIS (Léon), ingénieur-expert, à Seneffe.

132 LAURENT (Odon), ingénieur, directeur-gérant des charbonnages des Chevalières-de-Dour, à Dour.

133 LECHAT (Carl), ingénieur, 120, rue de Birmingham, à Anderlecht (Bruxelles).

134 LEDENT (Marcel), docteur en sciences, assistant et préparateur à l'Université, 69, rue Louvrex, à Liége.

135 LEDUC (Victor), ingénieur, directeur-gérant de la Société anonyme des Kessales, à Jemeppe-sur-Meuse.

136 LEGRAND (Louis), ingénieur en chef de la Société anonyme des Charbonnages réunis, 52, rue Roton, à Charleroi.

137 LEJEUNE DE SCHIERVEL (Charles), 23, rue de Luxembourg, à Bruxelles.

138 LE PAIGE (Ulric), ingénieur aux Aciéries d'Angleur, 90, rue Vieille-Eglise, à Tilleur.

139 LEPERSONNE (Max), ingénieur des mines, 7, boulevard Frère-Orban, à Liége.

140 LEQUARRÉ (Nicolas), professeur à l'Université, 37, rue André-Dumont, à Liége.

141 LEROUX (A.), docteur en sciences, directeur de la fabrique de dynamite, à Arendonck.

142 LESPINEUX (Georges), ingénieur des mines, à Huy.

143 LHOEST (Fernand), ingénieur des mines, 87, thier de la Fontaine, à Liége.

144 MM. L'Hoest (Gustave), ingénieur en chef aux chemins de fer de l'Etat, 85, rue Malibran, à Ixelles.

145 Lhoest (Henri), ingénieur, directeur des travaux des charbonnages de Gosson-Lagasse, à Montegnée.

146 Libert (Joseph), ingénieur en chef-directeur des mines, 384, rue St-Léonard, à Liége.

147 Liesens (Mathieu), ingénieur, administrateur-gérant de la Société anonyme des charbonnages de Tamines, à Tamines.

148 Lippens (Paul), ingénieur des mines, 13, quai au Blé, à Gand.

149 Lohest (Maximin), ingénieur honoraire des mines, professeur à l'Université, 55, rue Mont-St-Martin, à Liége.

150 Loiseau (Oscar), directeur général de la Société anonyme G. Dumont et frères, à Sclaigneaux.

151 Malaise (Constantin), membre de l'Académie, professeur émérite à l'Institut agricole, à Gembloux.

152 Mamet (Oscar), ingénieur des mines, 3, rue Victor Greyson, à Ixelles.

153 Marcotty (Désiré), ingénieur, à Montegnée (par Ans).

154 Masson (Emile), ingénieur, professeur à l'Ecole supérieure des textiles, 21, avenue Peltzer, à Verviers.

155 Mercier (Louis), ingénieur, directeur général de la Cie des mines de Béthune, à Mazingarbe (Pas-de-Calais, France).

156 Minette d'Oulhaye (Marc), ingénieur-directeur des mines de zinc et de plomb du Cantal, à Magnac par St-Chely-d'Apches (Lozère, France).

157 Minsier (Camille), inspecteur général des mines, rue de la Chaussée, à Mons.

158 Moens (Jean), avocat, à Lede.

159 MM. Mourlon (Michel), membre de l'Académie, directeur du Service géologique de Belgique, 107, rue Belliard, à Bruxelles.

160 Mullenders (Joseph), ingénieur, 7, rue Renkin, à Liége.

161 Nickers (Joseph), curé de Notre-Dame, à Namur.

162 Orban (Nicolas), ingénieur au Corps des mines, 57, rue Grétry, à Liége.

163 Paquot (Remy), ingénieur, président de la Compagnie française des mines et usines d'Escombrera-Bleyberg, à Bleyberg.

164 Passelecq (Philippe), ingénieur, directeur-gérant du charbonnage de Sacré-Madame, à Dampremy.

165 Picard (Edgar), ingénieur-directeur des établissements de Valentin-Coq de la Vieille-Montagne, à Jemeppe-sur-Meuse.

166 Piette (Olivier), ingénieur, 93, rue Ducale, à Bruxelles.

167 Piret (Adolphe), membre de diverses sociétés savantes de la Belgique et de l'étranger, 22, rue du Château, à Tournai.

168 Plumier (Charles), directeur du syndicat des charbonnages liégeois, 17, rue de la Paix, à Liége.

169 Questienne (Paul), ingénieur du Service technique provincial, 13, rue Sohet, à Liége.

170 Questienne (Philippe), directeur des travaux de la ville, à Huy.

171 Raeymaekers (Désiré), médecin de bataillon au 1er régiment de ligne, 303, boulevard des Hospices, à Gand.

172 Ralli (Georges), ingénieur, directeur de la Société des mines de Balia-Karaïdin, 30, Karakeui-Yéni-Han, à Constantinople (Turquie).

173 MM. RAOULT (Paul), ingénieur, à Ombret, par Amay.

174 RENAULT (Emile), ingénieur de la Société métallurgique de Prayon, à Forêt.

175 RENIER (Armand), ingénieur au Corps des mines, 25, rue des Guillemins, à Liége.

176 REULEAUX (Jules), ingénieur, consul général de Belgique à Odessa (Russie), 33, rue Hemricourt, à Liége.

177 REUMONT (Herman), lieutenant retraité, 260, rue Hoyoux, à Herstal.

178 RICHIR (Camille), directeur des travaux du charbonnage de Baudour.

179 RIGA (Léon), commissaire voyer principal provincial, à Chokier.

180 ROBERT (Ernest), sous-lieutenant au 12e régiment de ligne, 22, rue des Champs, à Liége.

181 ROGER (Nestor), ingénieur des charbonnages réunis de Charleroi, 17, avenue des Viaducs, à Charleroi.

182 SAINT PAUL DE SINÇAY (Gaston), ingénieur, administrateur, directeur-général de la Société de la Vieille-Montagne, à Angleur.

183 SCHMIDT (Fritz), ingénieur civil des mines, 17, boulevard Hausmann, à Paris (France).

184 *SCHMITZ (le R. P. Gaspar), S. J., directeur du Musée géologique des bassins houillers belges, 11, rue des Récollets, à Louvain.

185 SEPULCHRE (Armand), ingénieur-directeur, à Aulnoye lez-Berlaimont (Nord, France).

186 SEPULCHRE (Victor), ingénieur, consul honoraire de Belgique, 123, rue de Lille, à Paris, VII (France).

187 SIMOENS (Guillaume), docteur en sciences minérales, attaché au Service géologique de Belgique, 2, rue Latérale, à Bruxelles.

188 MM. SMEYSTERS (Joseph), ingénieur en chef-directeur des mines, à Marcinelle, par Charleroi.

189 *SOLVAY et Cie, industriels, 19, rue du Prince-Albert, à Bruxelles.

190 SOREIL (Gustave), ingénieur, à Maredret.

191 SOTTIAUX (Amour), directeur gérant de la Société anonyme des charbonnages, hauts-fourneaux et usines de Strépy-Bracquegnies, à Strépy-Bracquegnies.

192 SOUHEUR (Baudouin), ingénieur, directeur-gérant de la Société charbonnière des Six-Bonniers, à Seraing.

193 STASSART (Simon), ingénieur principal au Corps des mines, professeur d'exploitation à l'Ecole provinciale des mines du Hainaut, boulevard Dolez, à Mons.

194 STECHERT (G.-E.), libraire, 76, rue de Rennes, à Paris (France).

195 STEINBACH (Victor), ingénieur, 38, rue de Livourne, à Bruxelles.

196 THÉATE (Ernest), ingénieur, 5, rue Trappé, à Liége.

197 TIHON (Ferdinand), docteur en médecine, à Theux.

198 TILLEMANS (Henri), ingénieur aux charbonnages du Bois-d'Avroy, 150, rue de la Cité, à Sclessin.

199 TILLIER (Achille), architecte, à Pâturages.

200 TOMSON (Eugène), ingénieur honoraire au Corps des mines, consul de Belgique, directeur-général de la Société des charbonnages de Dahlbusch, Zeche Dahlbusch, près Gelsenkirchen (Prusse).

201 UHLENBROECK (G.-D.), ingénieur, 22, rue Edouard Wacken, à Liége.

202 VAN ERTBORN (baron Octave), 36, avenue du Duc, à Boitsfort.

203 VAN HOEGAERDEN (Paul), avocat, 7, boulevard d'Avroy, à Liége.

204 MM. VAN ZUYLEN (Gustave), ingénieur et industriel, quai des Pêcheurs, à Liége.

205 VAN ZUYLEN (Léon), ingénieur honoraire des mines, 51, boulevard Frère-Orban, à Liége.

206 VASSAL (Henri), pharmacien-chimiste, secrétaire du Comité d'hygiène de la ville, à Namur.

207 VELGE (Gustave), ingénieur civil, conseiller provincial et bourgmestre, à Lennick-St-Quentin.

208 VERCKEN (Raoul), ingénieur, 17, rue Hors-Château, à Liége.

209 VILLAIN (François), ingénieur au Corps des mines, à Nancy (Meurthe-et-Moselle, France).

210 VRANCKEN (Joseph), ingénieur au Corps des mines, 63, avenue de Géronhain, à Marcinelle.

211 WALIN (Edouard), ingénieur principal des ponts et chaussées, rue des Eburons, à Bruxelles.

212 WARNIER (Emile), ingénieur, 53, rue du St-Esprit, à Liége.

213 WÉRY (Emile), ingénieur des mines et électricien, directeur-gérant des charbonnages d'Abhooz et de Bonne-Foi-Hareng, à Milmort, par Herstal.

214 WÉRY (Louis), docteur en médecine, à Fosses.

215 WOOT DE TRIXHE (Joseph), propriétaire, 30, boulevard d'Omalius, à Namur.

MEMBRES HONORAIRES.

(30 au plus)

1 MM. BARROIS (Charles), professeur à la Faculté des sciences, 37, rue Pascal, à Lille (Nord, France).

2 BENECKE (Ernest-Wilhelm), professeur de géologie à l'Université, 43, Gœthestrasse, Strasbourg (Allemagne).

3 MM. Bertrand (Marcel), ingénieur en chef des mines, membre de l'Institut, professeur à l'Ecole des mines, 101, rue de Rennes, à Paris (France).

4 Capellini (Giovanni), commandeur, recteur de l'Université, via Zamboni, à Bologne (Italie).

5 Cocchi (Igino), professeur, commandeur, directeur du Musée d'histoire naturelle, à Florence (Italie).

6 de Karpinski (Alexandre), Excellence, directeur du Comité géologique russe, à l'Institut des mines, à St-Pétersbourg (Russie).

7 de Lapparent (Albert), membre de l'Institut, professeur à l'Institut catholique, 3, rue de Tilsitt, à Paris (France).

8 Delgado (J.-F.-N.), directeur de la Commission des travaux géologiques du Portugal, 113, rue do Arco a Jesu, à Lisbonne (Portugal).

9 Etheridge (Robert), Esq., F. R. S., L., and. E. S. 14, Carlyle Square, Chelsea, à Londres, SW. (Angleterre).

10 Evans (Sir John), industriel, K. C. B., F. R. S., Nash Mills, Hemel Hempstead (Angleterre).

11 Fouqué (F.), membre de l'Institut, professeur au Collège de France, 23, rue Humboldt, à Paris (France).

12 Frazer (Persifor), Dr Sc., géologue et chimiste, 928, Spruce Street, à Philadelphie (Penn., Etats-Unis).

13 Gaudry (Albert), membre de l'Institut, professeur au Muséum, 7 *bis*, rue des Saints-Pères, à Paris (France).

14 Gosselet (Jules), professeur à la Faculté des sciences, correspondant de l'Institut, 18, rue d'Antin, à Lille (Nord, France).

15 Heim (Dr Albert), professeur de géologie à l'Ecole polytechnique fédérale et à l'Université, président de la Commission géologique suisse, à Zürich (Suisse).

16 MM. HUGHES (Thomas M'Kenny), Esq., F. R. S., professeur à l'Université, Trinity College, à Cambridge (Angleterre).

17 HULL (Edward), Esq., F. R. S., ancien directeur du *Geological Survey* de l'Irlande, 20, Arundel Gardens, Notting Hill, à Londres, W. (Angleterre).

18 KAYSER (Dr Emmanuel), professeur de géologie à l'Université, membre de l'Institut R. géologique, à Marburg (Prusse).

19 MICHEL-LÉVY (A.), ingénieur en chef des mines, professeur à l'Ecole des mines, directeur du Service de la carte géologique détaillée de la France, 26, rue Spontini, à Paris (France).

20 MOJSISOVICS VON MOJSVAR (Edmund), conseiller supérieur I. R. des mines, vice-directeur du Service I. R. géologique du royaume, 26, Strohgasse, 3/3, à Vienne (Autriche).

21 NATHORST (Dr Alfred-Gabriel), professeur, conservateur du département de paléophytologie du Musée national, Académie royale des sciences (Vetenskaps Akademien), à Stockholm (Suède).

22 NIKITIN (Serge), géologue en chef du Comité géologique, à l'Institut des mines, à Saint-Pétersbourg (Russie).

23 PELLATI (Nicolas), commandeur, inspecteur en che des mines, directeur du Comité R. géologique, Rome (Italie).

24 SUESS (Eduard), professeur à l'Université, à Vienne (Autriche).

25 TCHERNYSCHEFF (Théodore), géologue en chef du Comité géologique, à l'Institut des mines, à Saint-Pétersbourg (Russie).

26 TIETZE (Emil), conseiller supérieur des mines et vice-directeur de l'Institut I. R. géologique d'Autriche, 23, Rasumoffskygasse, à Vienne, III, 2 (Autriche).

27 MM. VON KOENEN (Dr Adolph), professeur à l'Université, à Gœttingen (Prusse).

28 VON RICHTHOFEN (Dr. Ferdinand, baron), professeur de géographie à l'Université, directeur de l'Institut géographique et de l'Institut d'océanographie, conseiller intime du royaume, 117, Kurfürstestrasse, à Berlin, W. (Prusse).

29 VON ZITTEL (Dr Karl), professeur à l'Université, à Munich (Bavière).

MEMBRES CORRESPONDANTS (1).

(60 au plus.)

1 MM. BLANFORD (W.-F.), ancien directeur du *Geological Survey* de l'Inde, 72, Bedford Gardens, Kensington, à Londres (Angleterre).

2 BONNEY (le Révérend Thomas-Georges), F. R. S., F. G. S., professeur à l'University College, 23, Denning-Road, Hampstead, NW., à Londres (Angleterre).

3 BOULE (Marcellin), assistant au Muséum d'histoire naturelle, 57, rue Cuvier, à Paris (France).

4 BRUSINA (Spiridion), directeur du Musée national de zoologie et professeur à l'Université, à Agram (Croatie, Autriche).

5 BÜCKING (Dr Hugo), professeur de minéralogie à l'Université, à Strasbourg (Alsace, Allemagne).

6 CARRUTHERS (William), paléontologiste au *British Museum*, à Londres (Angleterre)

7 CHOFFAT (Paul), membre de la Commission des travaux géologiques du Portugal, 113, rue do Arco a Jesu, à Lisbonne (Portugal).

(1) L'astérisque (*) indique les membres correspondants abonnés aux *Anna es.*

8 MM. Cossmann (Maurice), ingénieur en chef au chemin de fer du Nord, 95, rue de Maubeuge, à Paris (France).

9 Credner (Hermann), professeur à l'Université, à à Leipzig (Saxe, Allemagne).

10 Dawkins (W.-Boyd), F. R. S., professeur à l'Université Victoria, à Manchester (Angleterre).

11 de Cortazar (Daniel), ingénieur, membre de la Commission de la carte géologique d'Espagne, Velasquez, 32, à Madrid (Espagne).

12 de Loriol (Perceval), à Frontenex, près Genève (Suisse).

13 de Moeller (Valérian), membre du Conseil du ministre des domaines, Ile de Balise, 2e ligne, à l'angle de la Grande-Prospect, à Saint-Pétersbourg (Russie).

14 de Rouville (Paul), doyen honoraire de la Faculté des sciences, à Montpellier (Hérault, France).

15 Dollfus (Gustave), géologue attaché au Service de la carte géologique détaillée de la France, 45, rue de Chabrol, à Paris (France).

16 Douvillé (Henri), ingénieur en chef des mines, professeur à l'Ecole des mines, 207, boulevard St-Germain, à Paris (France).

17 Favre (Ernest), 6, rue des Granges, à Genève (Suisse).

18 * Friedel (Georges), professeur de minéralogie et de géologie à l'Ecole des mines, à St-Etienne (Loire, France).

19 Gilbert (G.-K.), au *Geological Survey* des Etats-Unis, à Washington (Etats-Unis).

20 Grand'Eury (F.-Cyrille), ingénieur, correspondant de l'Institut, 5, cour Victor Hugo, à Saint-Etienne (Loire, France).

21 Hoefer (Hans), professeur à l'Académie des mines, à Leoben (Autriche).

22 MM. * HOLZAPFEL (Dr Emil), professeur à l'Ecole R. technique supérieure, 3, Stephanstrasse, à Aix-la-Chapelle (Prusse).

23 JUDD (J.-W.), F. R. S., professeur de géologie à l'Ecole royale des mines, Science Schools, South Kensington, à Londres, SW. (Angleterre).

24 * KOCH (Dr Max), professeur à l'Académie des mines, 44, Invalidenstrasse, à Berlin, N. (Prusse.)

25 LASPEYRES (Dr Hugo), professeur de minéralogie et de géologie à l'Université et conseiller intime des mines du royaume de Prusse, à Bonn (Allemagne).

26 LINDSTRÖM (Axel-Fr.), attaché au levé géologique de la Suède, à Stockholm (Suède).

27 MALLADA (L), ingénieur des mines, 17, Argensola, à Madrid (Espagne).

28 MATTHEW (Georges-F.), inspecteur des douanes, à St-John (Nouveau-Brunswick, Canada).

29 MATTIROLO (Ettore), ingénieur, directeur du laboratoire chimique de l'Office R. des mines, à Rome (Italie).

30 MAYER (Charles), professeur à l'Université, 20, Thalstrasse, Hottingen, à Zurich (Suisse).

31 MEDLICOTT (H.-B.), ancien directeur du *Geological Survey* de l'Inde, à Calcutta (Indes anglaises).

32 * ŒHLERT (D. P.), directeur du Musée d'histoire naturelle, 29, rue de Bretagne, à Laval (Mayenne, France).

33 PISANI (Félix), professeur de chimie et de minéralogie, 130, boulevard St-Germain, à Paris (France).

34 PORTIS (Alexandre), professeur, directeur du Musée géologique de l'Université, à Rome (Italie).

35 POTIER ( ), ingénieur en chef des mines, membre de l'Institut, professeur à l'Ecole polytechnique, 87, boulevard St-Michel, à Paris (France).

36 MM. Renevier (Eugène), professeur de géologie à l'Académie, à Lausanne (Suisse).

37 Rosenbusch (Dr Heinrich), professeur de minéralogie, de pétrographie et de géologie à l'Université, conseiller intime, à Heidelberg (Grand-Duché de Bade).

38 Schlüter (Clemens), professeur à l'Université, à Bonn (Prusse).

39 * Stache (Dr Guido), conseiller I. R., directeur de l'Institut I. R. géologique d'Autriche, 23, Rasumoffskygasse, à Vienne, III, 2 (Autriche).

40 Stefanesco (Grégoire), professeur à l'Université, président du Comité géologique, 8, strada Verde, à Bucarest (Roumanie).

41 Struver (Giovanni), professeur à l'Université, à Rome (Italie).

42 Taramelli (Torquato), commandeur, recteur de l'Université, à Pavie (Italie).

43 Törnebohm (Dr. A.-E.) professeur de minéralogie et de géologie à l'école polytechnique, chef du Service géologique de la Suède, à Stockholm (Suède).

44 Tschermak (Gustav), professeur de minéralogie à l'Université, à Vienne (Autriche).

45 Tuccimei (Giuseppe), professeur, à Rome (Italie).

46 * Uhlig (Dr V.), professeur à l'Ecole I. R. technique supérieure allemande, à Prague (Bohème, Autriche).

47 van Werveke (Dr Leopold), géologue officiel, 1, Adlergasse, Ruprechtsau, à Strasbourg (Alsace, Allemagne).

48 Winchell (N.-H.), géologue de l'Etat, à Minneapolis (Etats-Unis).

49 Woodward (Dr Henri), Esq., F. R. S., F. G. S., conservateur du département géologique du *British Museum*, 129, Beaufort-Street, Chelsea, à Londres, SW. (Angleterre).

50 MM. Worthen (A.-H.), directeur du *Geological Survey* de l'Illinois, à Springfield (Etats-Unis).

51 Zeiller (René), ingénieur en chef des mines, 8, rue du Vieux-Colombier, à Paris (France).

52 Zirkel (Ferdinand), professeur de minéralogie à l'Université, conseiller intime, 2*a*, Leunigstrasse, à Bonn (Prusse).

TABLEAU INDICATIF

DES PRÉSIDENTS DE LA SOCIÉTÉ

DEPUIS SA FONDATION

1874	M.	L.-G. DE KONINCK †.
1874-1875	»	A. BRIART †.
1875-1876	»	C. DE LA VALLÉE POUSSIN †.
1876-1877	»	J. VAN SCHERPENZEEL THIM †.
1877-1878	»	F.-L. CORNET †.
1878-1879	»	J. VAN SCHERPENZEEL THIM †.
1879-1880	»	A. BRIART †.
1880-1881	»	A. DE VAUX †.
1881-1882	»	R. MALHERBE †.
1882-1883	»	A. FIRKET.
1883-1884	»	P. COGELS.
1884-1885	»	W. SPRING.
1885-1886	»	E. DELVAUX †.
1886-1887	»	A. BRIART †.
1887-1888	»	C. MALAISE.
1888-1889	»	O. VAN ERTBORN.
1889-1890	»	M. LOHEST.
1890-1891	»	G. CESARO.
1891-1892	»	A. FIRKET.
1892-1893	»	C. DE LA VALLÉE POUSSIN †.
1893-1894	»	H. DE DORLODOT.
1894-1895	»	M. MOURLON.
1895-1896	»	A. BRIART †.
1896-1897	»	G. CESARO.
1897-1898	»	A. BRIART †, puis C. DE LA VALLÉE POUSSIN †.
1898-1899	»	G. SOREIL.
1899-1900	»	J. CORNET.
1900-1901	»	A. HABETS.
1901-1902	»	M. MOURLON.
1902-1903	»	A. FIRKET.

COMPOSITION DU CONSEIL

POUR L'ANNÉE 1903-1904.

Président :	MM. M. LOHEST.
Vice-présidents :	Ad. FIRKET.
	J. FRAIPONT.
	P. QUESTIENNE.
	J. SMEYSTERS.
Secrétaire général honoraire :	G. DEWALQUE.
Secrétaire général :	H. FORIR.
Secrétaire-bibliothécaire :	P. FOURMARIER.
Trésorier :	J. LIBERT.
Membres :	H. DE GREEFF.
	A. HABETS.
	E. HARZÉ.
	C. MALAISE.
	G. VELGE.

BULLETIN

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE BELGIQUE

Assemblée générale du 15 novembre 1903.

M. Ad. Firket, *président, au fauteuil.*

La séance est ouverte à dix heures.

La parole est donnée au **secrétaire général**, qui donne lecture du **rapport** suivant :

Messieurs, chers Confrères.

La Société géologique de Belgique compte aujourd'hui trente années d'existence et, pour la première fois depuis sa fondation, vous aurez tantôt à procéder au renouvellement intégral de son Conseil.

Ce n'est pas sans fierté que nous pouvons jeter un regard en arrière et constater le réveil de la science géologique provoqué par son fondateur. Depuis le gigantesque effort de Dumont, rares étaient les travaux de géologie, publiés, pour la plupart, dans le *Bulletin* et les *Mémoires de l'Académie royale de Belgique*; plus rares encore étaient les réunions où les adeptes de la science qui nous est chère pouvaient échanger les observations qu'ils avaient été amenés à faire, soumettre à la critique les conceptions que ces observations leur avaient inspirées. De l'isolement, était née l'indifférence.

Les choses changèrent, pour ainsi dire immédiatement, au lendemain de la fondation de notre association ; les travaux affluèrent de toutes parts, et ce n'est pas seulement dans nos *Annales*, mais encore dans d'autres recueils scientifiques qu'on les vit éclore ; c'est aussi à cette époque que prit naissance la génération de jeunes géologues, qui devait, quelques années plus tard, consacrer son activité à l'élaboration de la nouvelle carte géologique, actuellement terminée, ou peu s'en faut.

Ainsi, quelque nombreuses, quelqu'importantes que soient les publications de notre Société, elles ne représentent qu'une partie de la récolte semée, en 1874, par M. le professeur G. Dewalque et ses amis.

Mais si l'œuvre reste debout, entière, défiant l'épreuve du temps, les rangs des ouvriers de la première heure deviennent, hélas, chaque année plus clairsemés, et ce n'est pas sans tristesse que, cette fois encore, nous devons constater la perte de plusieurs de nos collaborateurs, et non des moins importants.

Au début de cet exercice, la Société comptait 209 **membres** effectifs; neuf d'entre eux ont quitté ce monde, emportant tous nos regrets : Fr. Crépin, Ch. de la Vallée Poussin, M. Dugniole, L. Laporte, H. Mativa, T.-C. Moulan, E. Orman, A. Renard et G. Rocour ; cinq autres ont démissionné ; par contre, nous avons admis vingt nouveaux membres.

Nous avons eu la douleur de perdre un membre honoraire éminent, H. Trautschold et deux membres correspondants, E. Jacquot et A. Selwyn. Mais deux savants réputés, M. le baron Dr. F. von Richthofen et M. G. Friedel ont bien voulu accepter d'entrer dans nos rangs, respectivement en qualité de membre honoraire et de membre correspondant.

Nous commençons donc ce nouvel exercice avec 215 membres effectifs, 29 membres honoraires et 52 membres correspondants ; le nombre de nos adhérents est le plus élevé qui ait été atteint depuis l'assemblée générale du 2 décembre 1888.

Nos **publications** ont subi un certain retard, par suite de la difficulté d'exécution des nombreuses planches qui les accompagnent; la 2e livraison du tome XXV bis, le dernier fascicule du tome XXIX et le premier numéro du tome XXX ont été distribués.

La fin du tome XXVIII reste toujours en souffrance, faute du compte rendu de l'excursion de 1901, dont se sont chargés nos confrères MM. G. Soreil et M. de Brouwer; quant aux livraisons suivantes du tome XXX, elles paraîtront très prochainement.

L'**excursion annuelle**, consacrée en partie à l'étude de problèmes de géographie physique et d'hydrologie, a eu le même succès que ses devancières; nous avons pu en retirer le plus grand fruit, grâce aux intelligents efforts de ses directeurs, nos confrères MM. C. Malaise et P. Fourmarier. Le compte rendu en est actuellement à l'impression.

Nous sommes heureux de saisir l'occasion de ce rapport, pour adresser à la Compagnie intercommunale des eaux de l'agglomération bruxelloise, nos plus vifs remerciements, pour son accueil empressé et sa large hospitalité; nous remercions aussi, très chaleureusement, MM. Deblon et Chenu, ingénieurs de cette Compagnie, qui ont bien voulu, avec la compétence et la cordialité qu'on leur connaît, diriger la visite des installations de captage de la vallée du Bocq.

Deux **excursions de vulgarisation** ont eu lieu pendant l'année; elles ont attiré beaucoup de membres et nous avons lieu d'espérer que d'autres courses du même genre seront organisées à la bonne saison.

L'assemblée générale et les **séances** ordinaires ont eu lieu aux époques réglementaires et ont été très suivies.

Voici le relevé des **communications** qui y ont été faites :

Pour ce qui concerne la **minéralogie**, il y a lieu de mentionner les recherches de M. H. Gillot *Sur la composition chimique des poussières volcaniques de la Martinique*, l'annonce, par M. G. Dewalque, de la découverte de *Marcassite dans les grès couviniens de La Reid*, une note de

M. G. Lespineux sur *Quelques minéraux intéressants de Visé et leur mode de gisement*, la présentation, par M. A. Renier, de *Brêche* minéralisée provenant *du tunnel de Dison*, une communication de M. P. Fourmarier sur des *Echantillons minéralogiques du Houiller de Liége*, un travail de M. J. Smeysters sur la *Découverte d'un filon de galène dans le terrain houiller du bassin de Charleroi* et une notice de M. R. d'Andrimont sur le *Chamoisit Lager de Nuçic (Prague)*.

La **géologie expérimentale** est représentée par un travail judicieux de M. P. Fourmarier, intitulé *Expériences sur la formation de certains conglomérats. — Origine des poudingues aurifères du Transvaal.*

La **tectonique** a fait l'objet de recherches du même savant, sur *Le passage de la faille de Theux sur la rive droite de la Hoigne* et de travaux de MM. M. Lohest et H. Forir sur les *Failles du Limbourg hollandais, du territoire allemand avoisinant et de la partie orientale de la Campine.*

Les connaissances sur le **Siluro-Cambrien** se sont accrues d'une communication de MM. M. Lohest, A. Habets et H. Forir sur le *Phyllade noir, siluro-cambrien, au sondage de Hoesselt*, de l'annonce, par le premier de ces confrères, de la découverte de *Dictyograptus flabelliformis (Dictyonema sociale) à Salm-Château*, de *Quelques observations nouvelles*, du même auteur et de M. H. Forir, *sur le Salmien supérieur*, de la mention faite, par ces deux géologues et M. A. Habets, de la découverte de schistes verts, pyritifères, peut-être siluro-cambriens, au *sondage de Kessel*, et enfin, par la visite, sous la conduite de M. C. Malaise, de la coupe classique des environs de Gembloux.

M. P. Fourmarier a fait connaître la *Découverte de cherts dans le calcaire* **dévonien**, et MM. M. Lohest,

A. Habets et H. Forir ont révélé l'existence de roches du même âge dans le *sondage de Kessel.*

Le **Calcaire carbonifère** a encore donné lieu, cette année, à plusieurs travaux paléontologiques intéressants, mentionnés plus loin; en outre, M. M. Lohest a annoncé la trouvaille de beaux *Spiriferina octoplicata*, *Sow.*, au voisinage *du tunnel d'Ampsin* et le même confrère, avec MM. A. Habets et H. Forir, a fait connaître les roches de cet étage recueillies dans le *sondage de Kessel.*

La découverte de *Sel gemme au sondage de Beeringen*, signalée par les membres précités, a été considérée, par eux, comme un nouvel argument en faveur de l'existence probable de **Permo-Triasique** salifère dans le sous-sol du nord de notre pays.

Le système **crétacé** de la Campine et des régions avoisinantes a fait, à différentes reprises, l'objet de communications mentionnées par la suite.

Il en est de même des formations **tertiaires**, qui ont, en outre, fourni, à M. O. van Ertborn, le sujet d'une étude sur *Le système éocène en Belgique*; enfin, M. G. Dewalque a publié des renseignements inédits sur *Le forage Gute-Hoffnung, à Asenray, à 4 kilomètres à l'est de Ruremonde.*

Le **Quaternaire**, indépendamment des sédiments de cet âge, rencontrés dans les sondages du nouveau bassin du nord de la Belgique et des pays limitrophes, a été l'objet d'une communication de M. P. Fourmarier, sur *Les alluvions de la Hoigne à Juslenville (Theux)*, de la publication posthume, faite par M. G. Dewalque, de notes de notre regretté confrère E. Delvaux, sur *Le Quaternaire de Rencheux (Vielsalm)* et d'une notice de M. A. Renier, sur *Une terrasse de la vallée de la Vesdre.*

Plusieurs travaux de **paléontologie** ont été insérés dans nos *Annales* : M. P. Destinez a signalé la présence de *Sandalodus grandis dans la dolomie carbonifère de la route des Awirs, à Engis* et a donné le tableau de la

Faune du petit-granite (T_2b) de Belgique; MM. P. Fourmarier et A. Renier ont fait connaître la faune et la flore du Houiller de la Campine et M. J. Fraipont a fait une analyse critique d'un livre de M. P. Fritel. *Paléontologie. Animaux fossiles. Histoire naturelle de la France.*

Comme travail de **géographie physique**, nous devons signaler *L'évolution géographique des régions calcaires* de MM. M. Lohest et P. Fourmarier, exposé lumineux d'idées nouvelles sur l'origine des déserts, complété par la visite de deux anciens méandres de la Meuse.

M. P. de Makeeff a fourni une importante contribution à la connaissance du **sol de la Sibérie**, par son remarquable *Essai d'une carte géologique du lac Baïkal.*

Mentionnons encore, concernant la **bibliographie géologique**, le *Referendum bibliographique, précédé de l'exposé des principaux résultats scientifiques et économiques du Service géologique*, par M. M. Mourlon.

Comme les années précédentes, deux questions de **géologie appliquée** ont beaucoup contribué à l'intérêt de nos séances.

Les travaux d'**hydrologie** ont été nombreux et intéressants. M. J. Cornet a présenté un important mémoire sur *Les eaux salées du terrain houiller*, que M. E. Gevers a complété par une note sur des *Eaux salées de charbonnages;* M. R. d'Andrimont a fourni une nouvelle *Contribution à l'étude de l'hydrologie du littoral belge*, ainsi qu'une *Contribution à l'étude hydrologique de certains dépôts d'alluvions de vallées*, suivie de *Quelques réflexions au sujet des puits filtrants*; enfin, MM. M. Lohest, A. Habets et H. Forir ont fait connaître leur manière de voir, concernant les nappes aquifères du nord-est de notre pays.

Nombreuses aussi ont été les communications relatives au nouveau **bassin houiller de la Campine** et aux questions qui s'y rattachent. M. X. Stainier a publié une nouvelle description du *Forage du château de Nieuwenhoven*

à *Nieuwerkerken*; MM. M. Lohest, A. Habets et H. Forir ont révélé l'existence de *Sel gemme au sondage de Beeringen* et de *Phyllade noir, siluro-cambrien, au sondage de Hoesselt,* puis ils ont fait une causerie sur les *Limites du bassin houiller du nord de la Belgique* et sur la *Stratigraphie et l'orographie souterraine du bassin houiller campinois et* la *nature des terrains qui le recouvrent*; MM. P. Fourmarier et A. Renier ont ensuite entretenu la Société de la *Flore et* de la *faune du système houiller de la Campine et* montré le *synchronisme de cette formation avec les dépôts correspondants de la Westphalie, de l'Angleterre et de l'ancien bassin belge*; notre regretté confrère G. Rocour a émis certaines *Considérations pratiques, relatives à l'octroi des concessions et à l'exploitation des couches de houille découvertes*; MM. M. Lohest, A. Habets et H. Forir ont cherché à établir un *Parallèle entre le bassin houiller de la Campine et celui de la Westphalie, au point de vue de leur richesse en combustible exploitable*; plus tard, ils sont revenus sur la question du *Sel en Campine*; MM. M. Lohest et H. Forir ont encore présenté des *Considérations sur les cassures de la région située à l'est de la Campine*; M. P. Fourmarier a montré des *Echantillons remarquables du Houiller de la Campine*; MM. M. Lohest et H. Forir ont fait une nouvelle communication sur *Les morts terrains et les failles du Limbourg hollandais, du territoire allemand avoisinant et de la partie orientale de la Campine*; enfin, avec M. A. Habets, ils ont fait connaître les résultats de leurs études sur *Les sondages de Kessel et de Santhoven* et M. A. Harzé a présenté des *Considérations géométriques sur le bassin houiller du nord de la Belgique*, qui ont provoqué une intéressante discussion.

Nous sommes heureux d'annoncer, en terminant, que toutes les académies, sociétés et revues scientifiques avec

lesquelles nous étions en relations l'an dernier, ont continué leurs bons rapports avec nous et que nous avons, en outre, accepté l'**échange** de nos publications contre celles de deux importantes compagnies, l'*Association des Ingénieurs sortis des Ecoles spéciales de Gand*, à Bruxelles et l'*American Association of mining Engineers*, à New-York.

Tels sont, Messieurs, les faits que j'avais pour obligation de vous rappeler; ils montrent que nos communs efforts ont maintenu la Société dans la situation la plus prospère.

Sur la proposition de M. le président, l'assemblée vote des remerciements au secrétaire général et ordonne l'impression de cet exposé.

La parole est ensuite accordée à M. J. Libert, **trésorier**, qui donne lecture du **rapport** suivant :

Messieurs,

J'ai l'honneur de vous rendre compte de la situation financière de la Société pendant l'exercice 1902-1903.

Les recettes ont été de frs. 6 235.27, se répartissant comme suit :

RECETTES.

Cotisations des membres effectifs	frs.	3 165 00
Subside du Gouvernement	»	1 000 00
Subside du Conseil provincial de Liége	»	1 000 00
Vente d'annales et de publications	»	714 66
Intérêts du compte-courant et des obligations . . .	»	355 61
Total. . .	frs.	6 235 27

Les dépenses se sont élevées à la somme de frs. 3 466.27, dont les principaux postes sont les suivants :

DÉPENSES.

Impressions	frs.	872 23
Gravures, clichés	»	1 807 90
Commissions de banque, conservation de titres . . .	»	55 40
Frais divers (correspondance, recouvrements, salaires des employés, etc.)	»	730 74
Total. . .	frs.	3 466 27

La comparaison des recettes et des dépenses accuse un boni de frs. 2 769.00, ce qui porte l'encaisse à la somme de frs. 12 548.89, abstraction faite de la somme de 1 000 francs affectée au prix Paquot.

L'encaisse réel de la Société est constitué comme suit :

40 obligations (emprunts de villes belges) à leur valeur nominale	frs.	4 000 00
Solde créditeur du compte courant	»	8 264 21
Numéraire chez le trésorier	»	284 68
Total. . .	frs.	12 548 89

Le boni réalisé n'est qu'apparent, la fin du tome XXV bis restant encore à paraître, de même que celle du tome XXVIII et la plus grande partie du tome XXX.

Les comptes ont été vérifiés et reconnus exacts par la Commission nommée en la séance de juillet dernier. La vérification de la bibliothèque a également été faite.

L'assemblée donne décharge de sa gestion, au trésorier et lui vote de chaleureux remerciements.

Le trésorier donne ensuite lecture du **projet de budget** pour l'exercice 1903-1904, arrêté, comme suit, par le Conseil, en sa séance de ce jour :

RECETTES.

Produit des cotisations	frs.	3 000 00
Vente de publications.	»	500 00
Remboursement de frais de tirés à part	»	500 00
Subside éventuel du Gouvernement.	»	1 000 00
Subside du Conseil provincial de Liége	»	1 000 00
Abonnement du Gouvernement à 20 exemplaires du tome XXVbis (déjà mentionné en 1901-2 et 1902-3) .	»	500 00
Recettes diverses	»	200 00
Total. . .	frs.	6 700 00

DÉPENSES.

Impressions	Tome XXVbis	frs.	1 000 00	frs.	6 150 00
	Tome XXVIII . . .	»	450 00		
	Tome XXX	»	1 200 00		
	Tome XXXI	»	3 000 00		
	Tirés à part remboursables par les auteurs	»	500 00		
Gravures .	Tome XXVbis	»	2 000 00	frs.	5 800 00
	Tome XXVIII. . . .	»	300 00		
	Tome XXX	»	1 500 00		
	Tome XXXI	»	2 000 00		
Divers . .	Commissions de banque et conservation de titres	»	100 00	frs.	1 050 00
	Frais de correspondance, recouvrement par la poste, colis postaux .	»	700 00		
	Salaire des employés .	»	170 00		
	Divers	»	80 00		
			Total. . .	frs.	13 000 00

RÉCAPITULATION.

Recettes	frs.	6 700 00
Dépenses	frs.	13 000 00
Déficit prévu	frs.	6 300 00

Ce projet est adopté sans observation.

Il est ensuite procédé aux **élections.**

Le dépouillement du scrutin pour la nomination du **président** donne les résultats suivants :

Le nombre des votants est de 63 ; il y a 62 votes valables [1]. M. M. Lohest obtient 35 suffrages ; M. A. Habets, 11 ; M. H. de Dorlodot, 10 ; M. C. Malaise, 6. En conséquence, M. **M. Lohest** est proclamé président pour l'exercice 1903-1904.

Le dépouillement du scrutin pour la nomination de quatre **vice-présidents** donne les résultats suivants :

Il y a 27 votants. M. J. Fraipont obtient 25 suffrages ; M. J. Smeysters, 24 ; M. P. Questienne, 21 ; M. Ad. Firket, 20 ; M. E. Harzé, 8 ; M. P. Habets, 4 ; M. M. Mourlon, 2 ; MM. H. Barlet, J. Cornet et P. Fourmarier, chacun 1 ; il y a un vote nul. En conséquence, MM. **J. Fraipont, J. Smeysters, P. Questienne** et **Ad. Firket** sont proclamés vice-présidents.

M. **H. Forir** est ensuite réélu **secrétaire général** par 26 suffrages et un bulletin blanc.

M. J. Fraipont, qui remplit, depuis dix-sept ans, les fonctions de **secrétaire-adjoint-bibliothécaire**, demande à être remplacé dans cette charge ; il remercie ses confrères qui ont devancé ses désirs en l'appelant à la vice-présidence, et les prie de reporter leurs suffrages sur M. P. Fourmarier, qui l'assiste dans sa mission depuis deux ans déjà ; il est persuadé qu'ils ne pourraient faire un meilleur choix.

M. le président remercie chaleureusement M. Fraipont du dévouement constant qu'il a apporté à la Société dans la tâche ingrate qu'il avait acceptée (*Applaudissements*).

M. **P. Fourmarier** est élu par 26 suffrages et un bulletin blanc.

[1] Un bulletin de vote par correspondance n'était pas signé ; conformément à l'usage, il a été annulé.

M. **J. Libert** est réélu **trésorier**, également par 26 suffrages et un bulletin blanc.

L'élection de cinq **membres du Conseil** donne les résultats suivants :

Le nombre des votants est de 27 ; celui des suffrages valables, de 131. M. C. Malaise obtient 23 suffrages ; M. H. de Greeff, 20 ; M. A. Habets, 17 ; M. G. Velge, 16 ; M. E. Harzé, 14 ; M. P. Habets, 10 ; M. O. van Ertborn, 7 ; MM. H. Lhoest et A. Renier, chacun 4 ; M. P. Destinez, 3 ; MM. L. de Dorlodot, M. Lepersonne, N. Orban et G. Soreil, chacun 2 ; MM. H. Barlet, V. Brien, A. Collon, E. Gevers et G. Lespineux, chacun 1. En conséquence, MM. **C. Malaise**, **H. de Greeff**, **A. Habets**, **G. Velge**, et **E. Harzé** sont proclamés membres du Conseil.

D'unanimes applaudissements ont accueilli chacune de ces nominations.

M. **Ad. Firket** se lève et prononce l'allocution suivante :

Messieurs, chers Confrères,

« Avant de céder ce fauteuil à mon successeur, permet-
» tez moi, tout d'abord, de vous féliciter de la marche de
» notre Société pendant sa trentième année d'existence.

« Ainsi que vous venez de l'entendre par l'exposé que
» nous a présenté notre secrétaire général, le nombre,
» l'importance, la variété des travaux publiés dans nos
» *Annales* n'ont cessé de prospérer depuis la création de
» notre association, et cette année n'a pas été la moins fé-
» conde en communications de la plus haute importance
» scientifique et économique.

« Je remplis aussi un agréable devoir en vous remer-
» ciant de votre assiduité aux séances, de la courtoisie, de
» la cordialité qui a marqué toutes nos discussions.

« Je ne puis non plus m'abstenir de remercier tout spé-

» cialement notre secrétaire général M. Forir ; notre
» Société lui est certainement redevable, en grande partie,
» de sa remarquable prospérité. Mais il n'est pas le seul
» qui ait droit à toute notre gratitude ; M. Fraipont, qui a
» rempli, pendant dix-sept années, la tâche ingrate et
» absorbante de secrétaire-bibliothécaire, M. Libert, qui,
» depuis bien longtemps aussi, veille sur nos finances avec
» un soin jaloux, ont également droit à notre reconnais-
» sance. Permettez-moi d'être votre interprète, pour la
» leur exprimer.

« Enfin, Messieurs, je vous félicite, en terminant, des
» choix heureux que vous venez de faire. Je n'aurais pu
» désirer un successeur plus digne que mon honorable ami
» M. Lohest de la haute fonction que vous lui avez confiée.
» Il la remplira, j'en suis certain, à la satisfaction de tous,
» et de façon à accroître encore le bon renom de notre
» compagnie.

« Mon cher Lohest, je vous prie d'agréer mes chaleu-
» reuses félicitations et de prendre place au fauteuil de la
» présidence » *(Applaudissements unanimes).*

Séance ordinaire du 15 novembre 1903.

M. M. Lohest, *président, prend place au fauteuil.*

La séance est ouverte à onze heures.

M. **M. Lohest** se fait l'organe de tous les membres élus à des fonctions, pour remercier la Société de la confiance qu'elle leur a marquée.

Il considère comme son premier et très agréable devoir d'exprimer à son prédécesseur, M. Ad. Firket, la gratitude de tous ses Confrères pour la façon distinguée dont il a rempli sa tâche, pour le dévouement incessant dont il a fait preuve envers la Société depuis sa fondation, à laquelle il a contribué ; il rappelle que, depuis trente ans, M. Firket n'a cessé de faire partie du Conseil, d'abord comme secrétaire adjoint, ensuite comme trésorier, puis alternativement, comme vice-président et comme commissaire ; enfin, comme président, à trois reprises, en 1882-1883, en 1891-1892 et pendant l'exercice écoulé. C'est sous sa présidence que notre association a connu le sommum de prospérité atteint depuis nombre d'années. Il espère que, très longtemps encore, M. Firket voudra bien accorder au Conseil le concours de sa prudence, de sa modération et de sa sagesse, et assurer ainsi la continuation des traditions.

M. Lohest est heureux et fier de l'honneur que lui ont fait ses confrères en l'appelant à recueillir la succession de M. Firket.

Il en est d'autant plus satisfait que, depuis quelques années, un sang nouveau s'est infusé dans les veines de la Société géologique, par l'introduction de jeunes savants qui se sont déjà distingués par des travaux importants et remarquables.

Il compte sur le concours de tous pour continuer, cette année encore, les saines traditions de conscience scientifique et d'observation qui ont été, de tout temps, celles de

la Société. En terminant, il promet de donner à celle-ci son concours le plus actif et le plus dévoué (*Acclamations.*)

Le procès-verbal de la séance du 19 juillet 1903 est approuvé, moyennant une addition à la page B 120, demandée par M. M. Lohest.

M. le président proclame membres effectifs de la Société MM.

CHENU (Joseph), ingénieur à la Compagnie intercommunale des eaux de l'agglomération bruxelloise, 38, rue Léaune, à Namur, présenté par MM. M. Lohest et H. Forir.

DE DORLODOT (Léopold), ingénieur, 21, rue Méan, à Liége, présenté par MM. G. Lespineux et H. Forir.

DOLLÉ (Louis), préparateur de géologie à la Faculté des sciences, 159, rue Brûle-Maison, à Lille (Nord, France), présenté par MM. P. Fourmarier et M. Bodart.

FRAIPONT (Joseph), ingénieur, 56, rue du Châtelain, à Bruxelles, présenté par MM. H. Forir et C. Malaise.

COMPAGNIE INTERCOMMUNALE DES EAUX DE L'AGGLOMÉRATION BRUXELLOISE, 48, rue du Trône, à Ixelles, présentée par MM. Ad. Firket et H. Forir.

JONES (John-Arthur), ingénieur des mines de l'Institut du nord de l'Angleterre et de l'Institut des mines et de la métallurgie de Londres, à Gijon (Asturies, Espagne), présenté par MM. E. de la Cruz et H. Forir.

LHOEST (Fernand), ingénieur des mines, 87, thier de la Fontaine, à Liége, présenté par MM. H. Lhoest et H. Forir.

ROBERT (Ernest), sous-lieutenant au 12e régiment de ligne, 22, rue des Champs, à Liége, présenté par MM. P. Fourmarier et C Malaise.

et VASSAL (Henri), pharmacien-chimiste, secrétaire du Comité d'hygiène de la ville, à Namur, présenté par MM. J. Woot de Trixhe et P. Fourmarier.

M. le président fait part à l'assemblée du décès de deux membres fondateurs, M. Dugniolle et H. Mativa, et d'un

confrère récemment reçu G. Rocour. Il rend hommage à leur mémoire. Des condoléances seront adressées à leur famille.

Il présente ensuite de chaleureuses félicitations à M. C. Malaise, promu récemment vice-président de la Commission géologique de Belgique, à M. H. Hubert, choisi comme professeur ordinaire à l'Université de Liége et à M. J. Kersten, nommé chevalier de l'Ordre de Léopold.

Correspondance. — La Société royale de médecine publique et de topographie médicale de Belgique a invité la Société à se faire représenter à la 23e réunion du Corps médical belge, qui a eu lieu le 25 octobre 1903 (*Remerciements.*)

La Schlesische Gesellschaft für vaterländische Cultur invite la Société au jubilé de son centième anniversaire, qui aura lieu, à Breslau, le 17 décembre 1903. Une adresse de félicitations lui sera adressée.

Sur la proposition de M. le président, une lettre de remerciements sera adressée à la Compagnie intercommunale des eaux de l'agglomération bruxelloise, pour l'excellent accueil qu'elle a réservé à la Société, lors de la visite de ses installations du Bocq.

M. le professeur **G. Dewalque** fait hommage à la Société d'un exemplaire de la 2e édition de sa Carte géologique de la Belgique et des provinces voisines.

M. le président attire l'attention sur la remarquable exécution de cette carte, mise au courant des dernières découvertes. Il propose d'adresser des félicitations et de chaleureux remerciements à M. Dewalque et de reproduire, dans la *Bibliographie*, la *Notice explicative* de cette carte, ainsi que cela s'est fait, du reste, pour celle de la première édition (*Approbation.*)

Ouvrages offerts. — Les publications reçues depuis la dernière séance sont déposées sur le bureau.

Des remerciements sont votés aux donateurs.

DONS D'AUTEURS.

A. Deblon. — Les eaux alimentaires de l'agglomération bruxelloise en 1903, et spécialement la distribution des eaux des sources de Spontin. *Ann. des trav. publ. de Belgique*, fasc. 4, 1903. Bruxelles, 1903.

G. Dewalque. — Carte géologique de la Belgique et des provinces voisines, 2e édition, 1903.

Marsden Mawson. — The evolution of Climates. *American Geologist*, Aug.-Oct. 1898.

A.-G. Nathorst. — A.-E. Nordenskiölds polarfärder och A.-E. Nordenskiölds åsom geolog. *Ymer tidskrift utgifven af Svenska sällskapet för antropologi och geografi*, årg. 1902, H. 2.

A. Renier. De la reconnaissance des terrains par les procédés modernes de sondage. *Ann. des mines de Belgique*, t. VIII. Bruxelles, 1903.

Rapports. — Il est donné lecture des rapports de MM. M. Lohest, Ad. Firket et H. Forir sur le travail de M. P. Fourmarier, intitulé *Le prolongement de la faille eifélienne à l'est de Liége.* Conformément aux conclusions des rapporteurs, la Société en ordonne l'impression dans les *Mémoires* et vote des félicitations à l'auteur. La question de savoir si la carte accompagnant cette communication devra être publiée au 20 000e ou au 40 000e est laissée à l'appréciation du bureau, d'accord avec M. Fourmarier.

Communications. — Le secrétaire donne lecture d'une notice de M. **M. Mourlon** intitulée *Résultat du Referendum bibliographique.* L'insertion de ce travail dans la *Bibliographie* est ordonnée.

M. **E. Harzé** donne lecture du résumé de la seconde partie de ses *Considérations géométriques sur le bassin houiller de la Campine.*

Il demande à pouvoir répondre, préalablement, à la principale des critiques qui se sont produites, à la suite de sa communication, à la précédente séance.

« ... Dans la figuration de M. Harzé, comme dans celle » de M. Kersten », est-il dit, « il y a, de part et d'autre de » chaque faille, des déplacements énormes, atteignant » plusieurs kilomètres, du Calcaire carbonifère, considéré » comme ayant partout une direction E.-W., que les » auteurs ne justifient pas. »

La direction attribuée aux groupes de couches et au calcaire n'est pas d'abord de l'E. à l'W., mais de l'ESE. à l'WNW., ce qui est assez bien en rapport avec les lignes de niveau du Primaire dans la région, fait que l'on constate notamment en Westphalie, dans le Limbourg néerlandais et assez généralement dans notre ancien bassin ainsi que dans le nord de la France.

Pour le surplus, que l'on considère la faible inclinaison des strates dans cette région et cette circonstance que la surface du Primaire incline faiblement dans le même sens et l'on comprendra aisément qu'un ressaut ou un renfoncement peu important de la formation nécessitera, sur la surface de celle-ci, un *très long raccordement* que l'on a confondu ici avec un *énorme déplacement.*

Le raccordement irait même à l'infini si le relèvement s'était produit parallèlement aux strates, même sans déplacement latéral aucun, ces strates se trouveraient elles-mêmes parallèles à la surface du Primaire.

Enfin, si la critique est fondée, elle devrait aussi se rapporter à l'hypothèse formulée par M. Stainier et exprimée après la mienne, d'un « grand décrochement » horizontal au delà duquel tout le massif de Malines,

» Anvers, Kessel et Santhoven aurait été refoulé vers le » Nord. »

Conformément aux conclusions des rapporteurs, MM. M. Lohest, Ad. Firket et P. Fourmarier, et après un échange de vues avec M. P. Habets, la publication du travail, dans les *Mémoires*, est ordonnée, ainsi que celle des planches qui l'accompagnent; des remerciements sont votés à M. Harzé.

M. **M. Lohest** attire l'attention sur la note suivante de M. **G. Cesàro**, publiée dans les *Bulletins de l'Académie royale de Belgique* (*Classe des sciences*), n° 5, mai 1903.

Sur un curieux phénomène d'orientation par laminage,

PAR

G. CESÀRO.

En fondant une parcelle de cire sur une lame de verre, on obtient par refroidissement une masse confusément cristalline : les éléments qui la constituent sont entremêlés de manière qu'il ne se produit ni extinction en lumière parallèle ni figure d'interférence en lumière convergente. Sur les bords, là où l'épaisseur est la plus faible, on voit que la masse est formée de très petits cristaux allongés, microlites qui dessinent, en s'entrelaçant, un réseau à mailles vaguement rectangulaires.

Par l'introduction du mica quart d'onde, les microlites dont l'allongement est dirigé suivant l'axe du mica s'éteignent; ceux qui sont normaux à cet axe se teintent en jaune, c'est-à-dire que l'*allongement* des microlites est *négatif* et que leur retard est environ d'un quart d'onde.

*
* *

Si l'on passe sur la couche de cire ainsi obtenue une spatule, en l'appuyant de manière à produire un laminage, on

constate immédiatement un changement radical : le sillon produit paraît obscur entre les nicols croisés en lumière parallèle et, en lumière convergente, on obtient la croix noire entourée, lorsque l'épaisseur est suffisante, d'un cercle d'égal retard. Le mica quart d'onde montre que le corps orienté ainsi produit est optiquement *positif* (1).

* * *

En réalité, le corps produit par laminage ne paraît pas toujours uniaxe : en général, la croix se disloque pendant la rotation de la platine et dans certains cas, qu'il me reste à préciser, la figure d'interférence est nettement celle que donne un biaxe taillé normalement à la bissectrice aiguë ; on aperçoit aux bords du champ la lemniscate de retard λ. L'écart entre les pôles des axes optiques est très variable : dans la même préparation, on trouve des plages sensiblement uniaxes et d'autres qui montrent des axes un peu moins écartés que ceux de la muscovite ordinaire. Dans tous les cas où il y a production d'une figure biaxe, la bissectrice est *positive*, et *le plan des axes optiques est normal à la direction suivant laquelle le laminage a été effectué.*



Nous admettons comme très probable que la substance à laquelle est dû le phénomène que nous décrivons (2) se trouve dans le même *état cristallin* avant et après le laminage, ou, au moins, qu'il n'y ait pas entre les deux états des différences essentielles (3). Dans cette hypothèse, on

(1) La fusion préalable de la cire n'est pas indispensable : on arrive au même résultat en opérant sur une mince tranche de cire.

(2) C'est probablement l'acide cérotique ; cet acide entre pour 70 à 90 % dans la composition de la cire.

(3) La variabilité de l'angle des axes optiques du cristal produit par laminage pourrait donner un doute sur ce point, mais on sait que dans beaucoup d'espèces minérales, l'angle axial varie entre des limites souvent fort écartées ; notamment la chaleur produit des déformations quelquefois permanentes.

peut donner une idée du mécanisme par lequel le laminage a produit l'orientation des différents éléments :

a) *Orientation uniaxe.* — Dans ce cas, l'existence de la figure d'interférence *n'indique pas une équi-orientation complète*, c'est-à-dire la formation d'un cristal unique, car, au point de vue optique, toutes les sections passant par l'axe étant équivalentes, l'une d'elles peut se substituer à l'autre sans que la symétrie optique soit altérée. Ainsi, la seule condition nécessaire pour que ces microlites enchevêtrés qui constituent la lame de cire se transforment en un ensemble uniaxe optiquement homogène, c'est que dans tous ces petits cristaux, l'axe optique vienne se diriger normalement au plan de la préparation. En comparant le signe de l'allongement des microlites au signe de la matière orientée, on conclut que *dans les microlites l'axe optique se trouve situé dans un plan normal à l'allongement* et que, en général, à cause de la hauteur de la teinte de polarisation, cet axe y est fort écarté de la normale à la lame. On peut donc s'imaginer la couche de cire, après fusion et avant le laminage, comme formée d'une multitude de petits bâtonnets entremêlés, ayant l'axe optique perpendiculaire à l'allongement et très rapproché de la lame de verre sur laquelle ils reposent. Comme après laminage nous trouvons tous ces axes optiques placés normalement au plan de la préparation, les choses se sont passées comme si la composante dirigée suivant la longueur du microlite n'avait pas eu d'action et que la composante normale à la longueur avait fait rouler le microlite sur lui-même jusqu'à ce qu'il soit venu placer son axe optique perpendiculairement à la lame de verre.

b) *Orientation biaxe.* — Dans le cas de la production d'un milieu biaxe, l'orientation partielle dont il vient d'être parlé ne suffit plus pour donner un milieu optiquement

homogène, les sections passant par la bissectrice, qui est la normale à la lame, n'étant plus équivalentes : le laminage doit non seulement faire rouler chaque bâtonnet sur lui-même de manière qu'il vienne placer sa bissectrice aiguë normalement à la lame, mais, en outre, il doit aligner les microlites parallèlement à une certaine direction, qui est ou bien celle que la spatule suit dans l'action du laminage, ou bien la direction perpendiculaire.

*
* *

Cires minérales [1]. — J'ai essayé si le même phénomène se produisait avec les cires minérales :

Hatchettine. — Après fusion et refroidissement, elle présente, comme la cire, un réseau plus ou moins rectangulaire de microlites à allongement *négatif*. Le laminage produit aussi un corps orienté optiquement *positif*; mais le phénomène est moins net qu'avec la cire à cause du peu de plasticité de la substance.

Ozocérite. — Après fusion et refroidissement, on obtient de longs microlites *négatifs* formant des *groupements radiés*. Le laminage donne un corps biaxe optiquement *positif*, à axes beaucoup plus écartés que dans la cire. Ici, la longueur des microlites permet de saisir le mécanisme de l'orientation : là où la spatule a été appuyée, pour commencer on voit les microlites d'abord convergents, tendre à l'*orientation parallèle à celle du laminage*, comme s'ils étaient entraînés par le mouvement de la spatule. Ici encore, *le plan des axes optiques est normal à la direction du laminage*.

*
* *

Expériences de M. W. Spring. — Les faits que je viens de relater se rattachent à ceux que mon savant confrère

[1] Voir : La Hatchettine et l'Ozocérite. *Ann. de la Soc. géol. de Belgique*, t. XVIII, 1891.

et ami signalait déjà en 1880 sur la *cristallisation des corps sous l'action de la pression et du laminage* et qui l'amenaient à cette conclusion si importante [1] : *Lorsque pendant l'action de la pression les grains d'une poudre se soudent, l'attraction des particules s'exerce suivant les axes cristallins.*

Je crois utile de rappeler ici les différentes expériences qui ont amené M. Spring à la conclusion ci-dessus :

1° De la poudre fine de bismuth, soumise à une pression de 6 000 atmosphères, se prend en un bloc, qui, brisé, montre une *cassure cristalline*, identique à celle du métal qui a été fondu ;

2° De la poudre de zinc, comprimée à la température de 130°, température à laquelle ce métal est le plus malléable, se soude en un bloc à cassure cristalline ;

3° Le soufre *prismatique* transparent fraîchement préparé, soumis à la pression de 5 000 atmosphères, à la température de 13°, se moule en un bloc opaque beaucoup plus dur que ceux que l'on obtient par fusion. L'examen microscopique de la cassure et le point de fusion montrent que l'on a affaire à du soufre *octaédrique* ;

4° Le soufre *plastique*, fraîchement préparé, supporte sans modification *immédiate* une pression de 3 000 atmosphères, mais une pression de 6 000 atmosphères le change en quelques instants en soufre *octaédrique*. Le changement commence à s'effectuer sous la pression de 5 000 atmosphères : la surface du bloc se recouvre d'une croûte cassante de soufre octaédrique, l'intérieur restant plastique ;

5° Le sulfure de plomb précipité donne, après pression, une masse qui, au microscope, présente des clivages comme la galène ;

(1) *Bull. de l'Acad. roy. de Belgique*, 2e sér., t, XLIX, 1880.

6° Le sulfure d'arsenic précipité cristallise, en se soudant, sous une pression de 6 000 atmosphères ;

7° L'iodure mercurique précipité et lavé à froid se soude, sous une pression de 4 000 atmosphères, en un bloc dont la cassure scintille sous une vive lumière ; la matière obtenue est transparente sous une faible épaisseur et se présente au microscope comme formée d'un *amas de cristaux transparents* ;

8° L'arsenic amorphe ([1]), sublimé dans un courant d'anhydride carbonique, soumis à une pression de 6 000 atmosphères, se transforme en un bloc un peu friable; d'après l'augmentation de densité constatée dans la substance après compression, on trouve que le quart environ de l'arsenic amorphe s'est transformé en arsenic cristallin.



L'expérience dont s'occupe la présente note se rapproche surtout des deux premières expériences de M. Spring, expériences dans lesquelles la poudre très ténue, obtenue à l'aide d'une lime, était déjà cristalline avant la compression. L'effort mécanique a donc produit non une cristallisation, mais une orientation, celle-ci étant indiquée par le miroitement simultané des petites facettes de clivage visibles dans la cassure.

M. M. Lohest fait ressortir l'importance que les expériences de M. G. Cesàro peuvent avoir au sujet de l'explication de certains phénomènes de métamorphisme mécanique; il reviendra prochainement sur ce sujet.

M. **M. Lohest** entretient l'assemblée de la *Présence d'un hydrocarbure dans le terrain houiller de Liége.*

Il en présente un échantillon qui lui a été remis par M. Construm, directeur du siège Saint-Gilles du charbon-

([1]) *Bull. de l'Acad. roy. de Belgique*, 3e sér., t. V, n° 2.

nage de La Haye; la masse de l'échantillon est constituée par de la sidérose.

A l'intersection de deux cassures planes, tapissées de cristaux de calcite, on observe une géode de quelques centimètres de diamètre, remplie d'une poudre brune, à aspect gras, répandant une odeur de pétrole et s'enflammant aisément.

Cette substance a été examinée par M. G. Cesàro, qui a reconnu qu'elle est constituée par de la pholérite, en lamelles remarquablement développées, englobées dans une matière brune, organique, dont l'analyse n'est pas terminée. L'échantillon provient du charbonnage de La Haye, siège Saint-Gilles; il a été rencontré au mur de la couche Sourdine, à l'étage de 440 m. et à 1 m. environ sous la couche.

M. Lohest rappelle, à cette occasion, les découvertes antérieures d'hydrocarbures : hatchettite, pétrole, faites dans le terrain carbonifère, dans les rognons à goniatites de Chokier et dans des rognons de sidérose de Baldaz-Lalore et de Seraing.

Il a été, jadis, porté à admettre que les globules, aiguilles, noyaux, etc. d'anthracite, communs dans le Calcaire carbonifère de Visé, proviennent de la distillation lente d'un hydrocarbure; il conserve encore la même opinion.

M. **J. Smeysters** annonce que, au charbonnage de Fontaine-l'Evêque, on a également constaté la présence de pétrole liquide; mais, ici, au lieu de se trouver dans une géode, il imprégnait entièrement la roche sur un certain espace.

M. **P. Fourmarier** présente un échantillon de *Macigno bleu foncé*, provenant *du Houiller inférieur* de la route d'Angleur à Tilff, non loin de la station *d'Angleur*; il l'a récolté, avec M. **H. Forir**, lors de l'excursion des élèves du cours de géologie.

Ce macigno forme un banc intercalé dans les schistes se divisant en baguettes (*H1b*).

M. Fourmarier rappelle que la présence de l'élément calcaire est très connue dans le Houiller inférieur du bassin de Mons ; cette récente découverte complète donc l'analogie des deux formations.

La séance est levée à 12 1/2 heures.

Séance ordinaire du 20 décembre 1903.

M. M. Lohest, *président*, *au fauteuil.*

La séance est ouverte à dix heures et demie.

Le procès-verbal de l'assemblée générale et de la séance ordinaire du 15 novembre 1903 est approuvé.

M. le président annonce que le Conseil, dans sa séance de ce jour, a choisi le *Comité de rédaction*, prévu par l'art. 3 des *Dispositions réglementaires additionnelles*. Ce comité est composé de MM. Ad. Firket, J. Fraipont et E. Harzé.

Correspondance. — MM. Emile Deyrolle, fils, libraires à Paris, font hommage à la Société d'un exemplaire de P.-H. Fritel. — Paléobotanique, ouvrage qui vient de paraître *(Remerciements.)*

M. le professeur A. Gilkinet a bien voulu accepter de rédiger un article bibliographique sur ce nouveau livre.

M. le Ministre de l'Intérieur et de l'Instruction publique engage notre Société à participer à l'exposition de Saint-Louis. A cet effet, il nous demande de lui envoyer le dernier volume paru de nos *Annales,* ainsi qu'un certain nombre de renseignements; l'emplacement et l'entretien des objets sont gratuits.

L'assemblée ordonne l'envoi du tome XXIX des *Annales* et charge le secrétaire général d'adresser des remerciements à M. le Ministre.

Ouvrages offerts. — Les publications reçues depuis la dernière séance sont déposées sur le bureau. Des remerciements sont votés aux donateurs.

DONS D'AUTEURS.

P. Fourmarier et *A. Renier*. — Etude paléontologique et stratigraphique du terrain houiller du nord de la Belgique. *Ann. des Mines de Belg.*, t. VIII, 1903.

P.-H. Fritel. — Paléobotanique (Plantes fossiles). *Histoire naturelle de la France*, 24e bis partie. Paris, Deyrolle, 1903.

Communications. — M. **E. Harzé** fait une causerie sur *Une grotte dans le Calcaire carbonifère à plus de deux cents mètres de profondeur*. L'impression de ce travail dans les *Mémoires*, et la publication de la planche qui l'accompagne, sont ordonnées, sur l'avis conforme des rapporteurs, MM. Ad. Firket, M. Lohest et H. Forir.

Une discussion s'engage sur l'origine de la grotte dont la présence, au gîte du Dos, à Engis, est signalée par M. E. Harzé.

M. **M. Lohest** attire l'attention sur ce que l'existence de cavernes en relations avec des filons plombeux ne constitue pas un fait isolé; elle est très commune en Sardaigne et a été signalée en différents endroits.

Le fait intéressant, dans le cas actuel, est la situation de la cavité naturelle, en dessous du niveau d'écoulement des eaux de la région; pour l'expliquer, si l'on fait abstraction d'une dissolution possible par les eaux internes, il lui paraît nécessaire d'admettre que, jadis, son altitude était de beaucoup supérieure à celle d'aujourd'hui, sans quoi, la dissolution du calcaire serait inexplicable.

En tous cas, on ne peut pas, d'après lui, expliquer, de cette façon, les puits naturels du Houiller du Hainaut, car là, la différence de niveau du drainage actuel et du drainage ancien serait énorme.

M. H. Forir se demande si l'on est bien ici en présence d'une grotte dans le sens propre du mot, c'est-à-dire d'une excavation due à la dissolution du calcaire par les eaux d'infiltration. Il serait plus porté à admettre que ce vide est dû à une réouverture de la cassure contenant le filon, postérieurement au dépôt des substances métallifères.

A l'appui de cette hypothèse, il fait remarquer, à la partie supérieure du gîte, l'existence d'une poche remplie de sable de Rocour, et située au sud du filon, comme la cavité, dont elle paraît être le prolongement.

D'autres gîtes sableux analogues jalonnent, sur un très long espace, le contact du calcaire viséen et de la dolomie carbonifère, ainsi que le montre le plan géologique présenté par M. Harzé ; ils semblent également en relation avec d'autres filons métalliques, ceux des Awirs, notamment.

Notre confrère, M. F. Gindorff a déjà signalé l'existence de « soulèvements ou d'abaissements », postérieurs à la formation des filons, qui « expliquent les faces de glisse- » ment si fréquentes dans le gîte massif de la Mallieue » [1] et M. Tasquin a mentionné la rencontre de sable, contenant un tronc d'arbre transformé en lignite et des cailloux et débris de silex roulés, pendant l'exploration faite, aux étages de 125 et de 195 mètres, par le puits des Fagnes [2].

L'antériorité du filon par rapport à la poche de sable du gîte considéré par M. Harzé est indiscutable ; en effet, la paroi septentrionale de cette poche est constituée par de la limonite qui paraît n'être autre chose que l'altération de pyrite par les eaux circulant dans le sable.

Il reste à voir si le vide profond a la même origine ; pour cela, il faudrait pouvoir vérifier si les parois de ce vide

(1) *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. II, p. CLI, 21 septembre 1875.

(2) *Ibid.*, p. CXLVIII.

ne portent pas des traces de dissolution par l'eau, ou des dépôts de calcaire incrustant, ce qui ferait écarter cette hypothèse.

M. **E. Harzé** qui a visité les travaux, il y a fort longtemps, ne peut fournir de renseignements sur ce point.

M. **G. Lespineux** fait connaître que, dans les gîtes métallifères des environs de Moresnet, il existe également des grottes qui lui paraissent contemporaines du filon ; on pourrait expliquer leur formation, en supposant que le calcaire a été dissous par des eaux venant de la profondeur. Elles auraient ensuite été isolées, par un bouchon d'argile, par exemple, du conduit principal, dans lequel se déposèrent les substances métalliques.

M. **Ad. Firket** fait remarquer, qu'aux divers amas métallifères de la mine d'Engis, compris entre le terrain houiller et le Calcaire carbonifère et orientés suivant une ligne sensiblement SW.-NE., correspondent des filons à peu près perpendiculaires à cette ligne et qui traversent la dolomie et le calcaire carbonifères.

Il considère ces filons qui sont très pauvres en substances métalliques et ne contiennent guère que de la calcite cristallisée, comme les fractures *nourricières* des amas, fractures dans lesquelles ont circulé des eaux chargées de matières métallifères et plus ou moins acides.

C'est à cause de l'imperméabilité des roches houillères et de l'action dissolvante de ces eaux sur le calcaire, ainsi que de la pseudomorphose partielle de celui-ci en calamine, dans la partie supérieure des gîtes, que les amas d'Engis se sont présentés surtout au contact des deux terrains.

Quant à la formation de la grotte profonde, signalée par M. Harzé au gîte du Dos, M. Firket l'attribue à une intensité plus considérable, en cet endroit, des phénomènes

de dissolution du calcaire par les eaux minérales, phénomênes que M. Lespineux vient aussi d'invoquer, en parlant des gîtes métallifères de Moresnet.

M. **E. Harzé** ne voit pas, dans ce cas, comment on pourrait expliquer que les filons s'appauvrissent en profondeur.

M. **A Renier,** reprenant l'hypothèse émise par M. M. Lohest, que le creusement des grottes aurait pu se produire à une époque où la roche dans laquelle elles se trouvent était à une altitude supérieure, au-dessus de la nappe aquifère, fait remarquer que cette supposition serait vérifiée, si des stalactites déviées de leur position naturelle, se rencontraient dans ces cavités.

M. **G. Lespineux** dit que, à Moresnet, on ne rencontre pas de stalactites dans les vides avoisinant les filons, mais bien des cristaux de calcite.

M. **M. Bodart** ne considère pas comme probable la formation simultanée de la grotte et du filon ; les eaux ne pouvaient pas, dans des conditions identiques, dissoudre d'un côté et faire des précipitations cristallines d'un autre côté ; selon lui, les grottes ont dû se produire par la circulation des eaux.

M. **G. Lespineux** fait remarquer que, si la grotte avait pris naissance, postérieurement au filon, par l'effet dissolvant des eaux superficielles, les substances métalliques, au voisinage, devraient être transformées en calamine, comme cela se voit au sommet du gîte; or, tel n'est pas le cas, d'après la coupe de l'exploitation, présentée par M. Harzé.

M. **H. Forir** donne lecture d'une *Réponse à M. E. Harzé au sujet des failles de la Campine.* L'impression de

ce travail dans les *Mémoires* est ordonnée, conformément aux conclusions des rapporteurs MM. E. Harzé, P. Habets et M. Lohest.

M. **E. Harzé** réplique à quelques points de cette note et demande à compléter, ultérieurement, ses observations, lorsqu'il aura pu examiner les chiffres produits par M. Forir.

Conformément aux conclusions de MM. H. Forir, P. Habets et M. Lohest, la réplique de M. Harzé sera également publiée, soit dans le *Bulletin*, soit dans les *Mémoires*, selon son étendue.

Une discussion s'engage ensuite, entre MM. P. Habets, E. Harzé, M. Lohest et V. Brien, sur ce sujet; elle sera reprise, s'il y a lieu, après la publication des deux travaux précités.

M. **G. Lespineux** fait la communication suivante :

Observation directe de l'accentuation d'une faille, pendant le Quaternaire, dans la vallée de la Meuse,

PAR

G. LESPINEUX.

Les déplacements relativement récents, dans l'écorce terrestre de nos régions, autres que les mouvements oscillatoires, sont des faits rares, qui, à ce titre, méritent d'être signalés.

Dans une ancienne carrière ouverte dans le calcaire de la partie moyenne du Dévonien, non loin de Huy, on constate le passage d'une faille, ou mieux d'une cassure, dont la direction est de 40° et l'inclinaison de 80° NW.

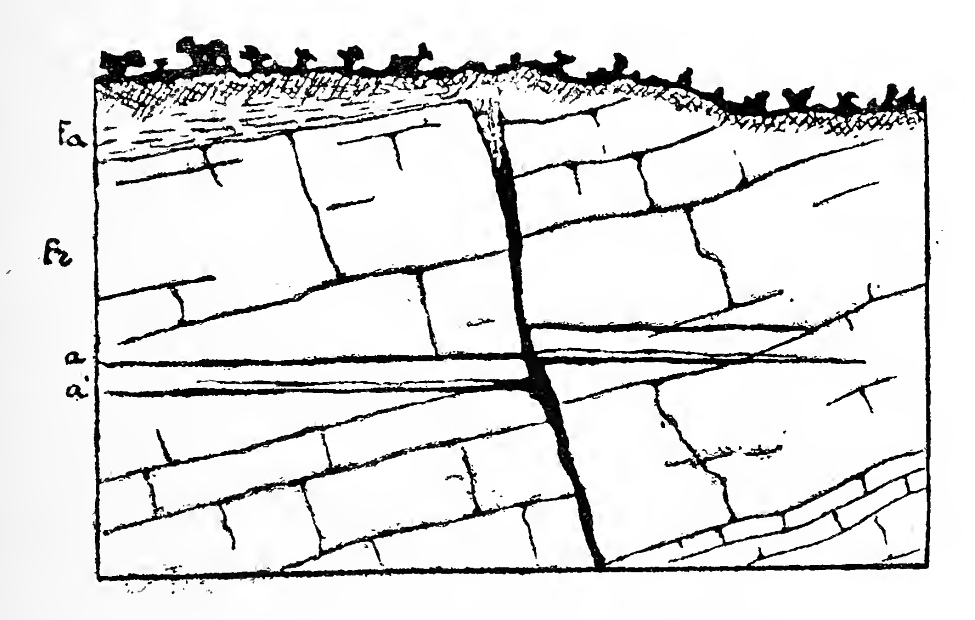
De part et d'autre de la cassure, ayant occasionné un déplacement vertical total d'environ 20 mètres, les orientations sont les suivantes :

Côté SE., $d = 70°$; $i = 18°$ W.;
Côté NW., $d = 65°$; $i = 24°$ W.

Sur une paroi épargnée par l'exploitation et recoupant presque normalement la direction des couches, on peut voir, dans le fond de la carrière, une série de lignes horizontales dont deux *aa'* (voir le croquis), particulièrement bien marquées, d'une longueur de 10 mètres environ. Chacune de ces lignes est formée par un creux dans le calcaire, résultat de l'érosion produite par les eaux de la Meuse, ayant occupé successivement ces niveaux.

A cette époque, l'altitude de la nappe supérieure des eaux devait être à environ 25 mètres au-dessus du niveau actuel.

Comme on peut le voir sur le croquis, et c'est là l'intérêt de notre observation, les traces d'érosion ne se correspondent plus des deux côtés de la faille ; elles accusent, au contraire, un déplacement de 40 centimètres, dû à l'accentuation de celle-ci.



Croquis à l'échelle de 1 : 140 environ.

Le secrétaire général donne lecture d'une note de M. **P. Destinez,** intitulée *Nouvelles découvertes paléontologiques dans le Carboniférien et le Famennien du Condroz.* L'impression de cette intéressante communication dans les *Mémoires* est ordonnée, conformément aux conclusions des rapporteurs, MM. H. Forir, M. Lohest et P. Fourmarier; M. Lohest fait remarquer que le principal intérêt de ce travail réside dans la tentative de synchronisation de notre Famennien supérieur avec les groupes de Chemung et de Waverly des Etats-Unis.

M. **V. Brien** donne connaissance du travail suivant :

Sur la présence de quartz dans le Calcaire carbonifère,

PAR

VICTOR BRIEN.

J'ai découvert, il y a peu de temps, au village d'Onhaye, un calcaire imprégné de très nombreuses aiguilles de quartz, que je crois intéressant de signaler à la Société géologique.

Ce calcaire s'exploite, pour empierrement, dans une petite carrière située à l'est de la route de Hastière à Onhaye, un peu au nord des carrières de marbre-brèche viséen, connu sous le nom de brèche de Waulsort. C'est un calcaire gris clair, subgrenu, à cassure nette, appartenant au niveau de notre Calcaire carbonifère, désigné sous la notation *V2a* par la légende de la Carte géologique au 40 000e.

Les aiguilles de quartz qu'il contient ne se rencontrent pas dans les géodes, mais font, en quelque sorte, partie de la roche même ; elles ont, *au maximum*, 1 à 1.5 $^{m}/_{m}$ d'épaisseur sur 10 à 15 $^{m}/_{m}$ de long ; elles sont colorées en vert

foncé et apparaissent, en général, brisées par la percussion qui les a mises en évidence à la surface de la roche. Si l'on met un fragment de ce calcaire en dissolution dans un acide, on l'en retire hérissé d'un grand nombre de petites pointes d'une fragilité extrême. M. le professeur G. Cesàro, à qui j'ai soumis quelques échantillons du calcaire en question, m'a écrit, à ce propos, les lignes suivantes qu'il m'a autorisé à publier :

« ... Pour avoir des aiguilles intactes, j'ai mis le calcaire » dans l'acide nitrique et j'ai recueilli les nombreuses » aiguilles de toutes dimensions qui restent au fond. En » agissant ainsi, on obtient beaucoup de cristaux terminés » à une extrémité; quelques longues aiguilles sont même » terminées aux deux extrémités. Cette terminaison n'est » pas une pyramide à six faces; comme dans l'améthyste, » il n'y a que trois faces développées; les autres manquent » ou sont excessivement petites.

» J'ai mesuré :

» $e^2\ e^2 = 60°$

» $p\ e^2 = 38°30'$.

» Au microscope : allongement positif. Ce sont tous les » caractères du quartz.

» La matière colorante est superficielle. Les petites » faces p donnent des images très nettes, tandis que e^2 donne » des images confuses; ces dernières faces paraissent être » formées de plages successives, comme si l'aiguille était » constituée de tronçons formés l'un à la suite de l'autre.

» Dans la boue noirâtre, qui résulte de l'attaque par » l'acide, on voit scintiller de petits points brillants, que le » microscope montre être de tout petits cristaux de quartz » ne ressemblant pas aux grandes aiguilles visibles à l'œil » nu : ces cristaux *incolores*, non allongés suivant la » verticale, sont terminés nettement, aux deux extrémités,

» par la pyramide à six faces, habituelle; le développement
» réciproque des faces est souvent parfait, comme dans un
» modèle en bois. Il y en a de si petits qu'ils s'éteignent
» par la superposition croisée d'un *quart d'onde*, ce qui
» indique une épaisseur moindre que deux centièmes de
» millimètre... »

On peut faire diverses hypothèses au sujet du mode de formation de ces cristaux. On peut admettre qu'ils sont de formation postérieure au calcaire; cette hypothèse est soutenable, pour ce qui concerne les longues aiguilles, qui ne sont, en général, terminées qu'à une extrémité [1] et dont l'accroissement semble s'être effectué en plusieurs phases successives. Elle me paraît moins vraisemblable pour les petits cristaux de quartz, *bipyramidés*, limpides et réguliers, que M. Cesàro a découverts dans le résidu provenant de l'attaque par l'acide. Cependant, on pourrait supposer que ces derniers cristaux sont dûs à l'action d'un métamorphisme ultérieur, comme ceux qu'on trouve dans nos formations cambriennes et dévoniennes, et qui sont, eux aussi, des cristaux complets : pour ma part, je ne crois guère cette explication admissible, car, outre que ce métamorphisme a été beaucoup moins intense, on ne comprendrait guère qu'il n'ait eu que des conséquences si exceptionnelles.

On peut, enfin, faire l'hypothèse que les petits cristaux de quartz, et peut-être même les longues aiguilles, visibles à l'oeil nu dans la roche, se sont formés pendant le dépôt même de celle-ci. Or, si cette manière de voir était fondée, elle serait, sans doute, appelée à jeter un certain jour sur le mode de formation de notre calcaire viséen, surtout si l'on connaissait plus exactement les conditions requises pour la cristallisation du quartz. N'est-il pas vrai, par

(1) Il se pourrait, cependant, que ces cristaux possèdent, en réalité, les deux pyramides terminales mais que, vu leur très grande fragilité, ils se brisent, pour la plupart, pendant l'attaque.

exemple, qu'on se représente plus facilement ce phénomène de cristallisation dans l'hypothèse d'une formation de rivage, que dans celle d'un dépôt de mer profonde? Qu'on se rappelle, à ce propos, que le niveau *V2a*, dit calcaire à points cristallins et à *Productus Cora*, a fréquemment une texture oolithique, ce qui est considéré, *par quelques-uns*, comme l'indice d'une formation de plage, chaque oolithe étant le produit d'une série de précipitations *chimiques* autour d'un centre d'attraction.

Quoi qu'il en soit de ces déductions, auxquelles je n'attache, du reste, pas une importance exagérée, il m'a paru que la découverte ci-dessus méritait d'être signalée, surtout si elle était confirmée par des découvertes analogues, faites au même niveau.

M. M. Lohest ne partage pas la manière de voir, consistant à considérer comme contemporains, les cristaux de quartz et la roche calcaire qui les contient; il ne considère pas, non plus, ces cristaux comme métamorphiques au même titre que ceux des phyllades cambriens ; ils se seraient plutôt formés, selon lui, par concentration et cristallisation de la matière autour de certains centres.

Il montre, à ce sujet, un échantillon qu'il a recueilli au Djebel Iousef, au sud de Constantine (Algérie); on y voit des cristaux aciculaires de quartz, répartis, sans ordre, dans la roche calcaire. La présence de ces aiguilles dans la roche était manifestement en relation avec le passage d'un filon partiellement minéralisé.

Enfin, la présence d'oolithes dans le calcaire ne prouve nullement que celui-ci soit une formation chimique de rivage, comme les oligistes et limonites oolithiques et comme certains calcaires oolithiques du Jurassique. En effet, dans les oolithes du Carbonifère qu'il a pu observer, on remarque, presque toujours, l'existence de foraminifères.

M. **H. Forir** rappelle que, dans le calcaire viséen *V2a* d'Engis, on a également signalé la présence de cristaux aciculaires de quartz, qui paraissent en relation avec des filons.

M. le président donne lecture de la note suivante :

Formation d'un très grand cône au-dessus d'un pain à laitier, par le dégagement des gaz dissous dans celui-ci,

PAR

P. TABARY.

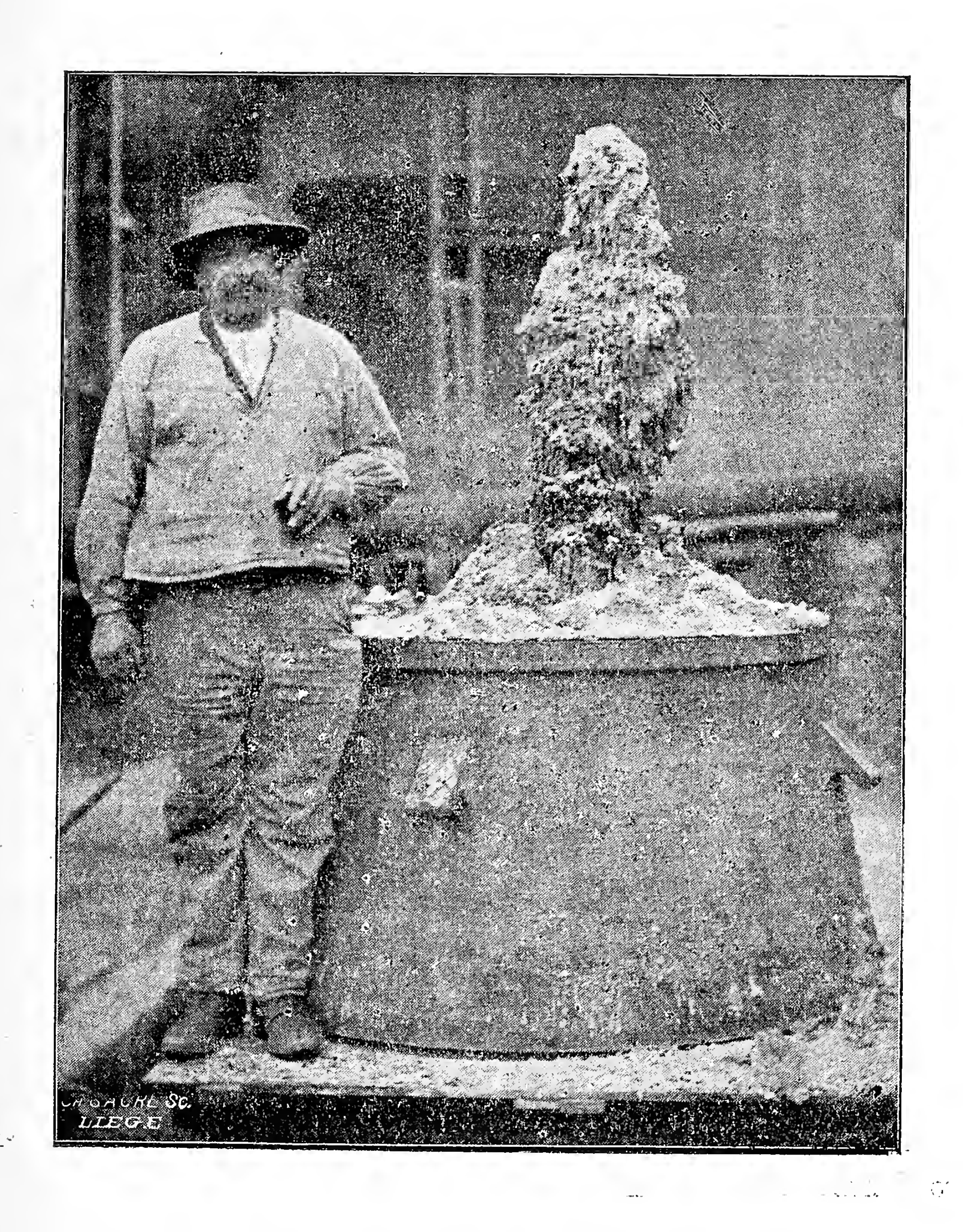
On se demande souvent comment il est possible que les volcans puissent projeter, dans l'atmosphère, des matériaux à plusieurs milliers de mètres de hauteur.

L'explication de ce phénomène est fournie aisément, par ce qui se passe dans les laitiers de hauts-fourneaux, à partir de l'instant où ils sortent du creuset, à l'état liquide, jusqu'au moment où on les conduit, sous forme de pains, au crassier. Quand le laitier coule dans des cuves en fonte ou en acier, on voit qu'il se forme, au-dessus du pain, une croûte solide, qui monte au fur et à mesure que la cuve se remplit. On voit quelquefois, pour certaines qualités de laitier, par exemple pour ceux provenant de l'allure de moulage, que cette croûte se fend en un endroit et que des gaz s'échappent, par cette fente, sous forme de panache.

Les laitiers, à l'état liquide, ont dissous beaucoup de gaz qui se dégagent, en partie, quand ils se solidifient. Ce mélange gazeux entraîne souvent, et cela par intervalles assez réguliers, du laitier liquide, qui retombe en gouttelettes sur le pain, et même, quelquefois, plus loin jusque sur le sol. Les gouttes forment, en tombant, un amas plus ou moins conique, ayant, au milieu, une sorte de cheminée de deux à trois centimètres de diamètre, qui reste

toujours en communication avec la fente primitive et, par là, avec la masse fluide de l'intérieur du pain. Aux Hauts-fourneaux de Rumelange (Luxembourg), il y a des cuves à laitier de forme tronc-conique, ayant les dimensions suivantes :

hauteur de la cuve . . . $0^{m}80$
diamètre en bas . . . . $1^{m}30$
diamètre en haut. . . . $1^{m}10$.



Avec les laitiers de moulage, j'ai vu se former des cônes ayant 0^m20 à 0^m40 de hauteur. Le 25 octobre 1903, un cône y a atteint 0^m98 ; il était donc plus haut que le pain qui l'a produit. Comme on a rarement l'occasion de voir de pareils cônes, je l'ai fait photographier. La figure représente un boguet de décrassage, portant sa cuve, avec le pain surmonté du cône.

La composition chimique du laitier formant le cône était :

	près de la cheminée	partie extérieure
Silice	28.64 %	28.34 %
Alumine	17.86	17.99
Chaux	46.80	47.78
Magnésie	2.72	2.75
Oxyde ferreux. . . .	1.71	1.55
Soufre	0.98	0.80
Enduit noir (coke) . .	non dosé	non dosé.

Les laitiers, comme les laves volcaniques, sont des silicates.

Les géologues ont constaté, depuis longtemps, que les laves tiennent en dissolution, lorsqu'elles font irruption, beaucoup de gaz qui s'échappent, en grande partie, pendant leur solidification. Quand ces gaz se dégagent brusquement, ils entraînent et pulvérisent de la lave fluide : l'accumulation des débris projetés, autour de la cheminée, produit les cônes volcaniques.

Rumelange (Luxembourg), le 27 novembre 1903.

M. **M. Lohest**, si l'heure n'avait pas été aussi avancée, aurait présenté quelques observations relatives à l'intéressant travail de M. Tabary, en ce qui concerne l'origine des volcans. Il reviendra sur ce sujet à la prochaine séance.

M. **A. Renier** fait, pour prendre date, la communication préliminaire suivante.

Note préliminaire sur les caractères paléontologiques du terrain houiller des plateaux de Herve,

PAR

A. RENIER.

Forcé d'interrompre les études que j'ai commencées, sur les conseils et sous la bienveillante direction de M. le professeur J. Fraipont, sur les caractères paléontologiques du terrain houiller des plateaux de Herve, je crois utile de faire connaître, dès à présent, les faits acquis.

Bien que peu nombreux, ils sont, en effet, de nature à encourager les recherches que divers exploitants ont bien voulu entreprendre, en même temps qu'ils jettent un certain jour sur l'intéressante question de la paléontologie stratigraphique de cette formation, dont nous avons précisé, M. P. Fourmarier et moi, toute l'importance pratique, à l'occasion des recherches exécutées dans le nord de la Belgique.

Les conclusions auxquelles m'ont conduit ces premières études, sont les suivantes :

1° Le terrain houiller des plateaux de Herve possède une faune et une flore assez riches, de caractère nettement westphalien, renfermant les espèces considérées, par plusieurs auteurs, comme caractéristiques des divers horizons de cet étage.

Pour la faune, je citerai les espèces depuis longtemps connues : *Carbonicola ovalis*, Martin et *Gastrioceras Listeri* (Minerie, Melen, Quatre-Jean) ; pour la flore, *Neuropteris Schlehani* (Fond-Piquette, Wérister, Maireux), *Alethopteris Serli*, *Lonchopteris Bricei* et *Dictyopteris sp.*, principalement *D. sub-Brongniarti*.

2° L'ordre de succession des flores, pour autant que m'ont permis d'en juger mes premières recherches, est celui qu'a renseigné M. Zeiller pour le bassin houiller de Valenciennes, et que nous avons retrouvé dans le nord de la Belgique.

Les *Dictyopteris (Linopteris)* sont assez abondants dans le toit de la couche Florent, au charbonnage du Bois-de-Micheroux. On les rencontre déjà, mais très rares, dans le toit de Théodore, veine inférieure à la précédente, de 70 mètres environ. Elles sont associées, dans Florent, à *Lonchopteris Bricei*. L'*Alethopteris Serli* occupe un niveau probablement un peu inférieur. Enfin, on retrouve, au-dessous, *Neuropteris Schlehani*, dont l'extension suivant la verticale paraît considérable. On rencontre, au bas de cette zone, *Sigillaria elegans*, en aussi grande abondance que *N. Schlehani*. A la base des terrains étudiés jusqu'ici, se trouve une couche où les débris végétaux sont accompagnés de fossiles marins : *Gastrioceras Listeri*, et qui, ainsi que A. Dumont (1) l'avait entrevu, constitue un horizon remarquable par sa constance (2).

3°) De la présence de *Dictyopteris* dans les couches Florent et Théodore, que surmontent encore plusieurs couches exploitables, il y a lieu de conclure, contrairement à l'opinion souvent admise, que l'horizon des Flénus, caractérisé par cette flore, s'étend jusqu'à l'est de la Belgique.

J'avais déjà formulé cette conclusion, en janvier 1902, de la manière suivante : « Les couches supérieures du » terrain houiller du pays de Herve appartiennent à la » zone de transition du Westphalien moyen au Westphalien » supérieur et, peut être même, à ce dernier horizon. » (1)

(1) A. Dumont. Esquisse de la constitution géognostique de la province de Liége, pp. 265-266.

(2) *Veine de Herve*, Minerie ; *Quatre-Jean*, Mélen ; *Beaujardin*, Hasard ; *1e Mer-mont*, Quatre-Jean ; *Bouxharmont*, Wérister ; *Madame*, La Rochette.

Il n'est pas sans intérêt de remarquer que ces couches à *Dictyopteris* ont de 15 à 16 °/₀ de matières volatiles seulement, dans les échantillons moyens, à 3 °/₀ de cendres.

4°) La stampe normale entre la couche Sidonie=Florent et la couche Beaujardin, à *Gastrioceras Listeri*, mesurée dans la seule coupe continue existant entre ces deux veines, au charbonnage du Hasard, est d'environ 500 mètres.

Ce chiffre me paraît assez faible et semble indiquer ici une épaisseur moindre du terrain houiller. Il est, en tous cas, intéressant à connaître, car il permettra de juger, pour autant que les mêmes horizons se retrouvent à Liége, de l'importance des accidents qui séparent ces deux régions minières.

M. A. Renier présente encore la note suivante.

Observations sur le Calcaire carbonifère de Krzeszowice (Galicie),

PAR

A. Renier

J'ai eu l'occasion, au cours de l'excursion du IX[e] congrès géologique international, dans les environs de Cracovie, de recueillir quelques échantillons fossilifères du Calcaire carbonifère, au bord du ruisseau de Czerna, à 4 kilomètres au nord de Krzeszowice. Grâce à l'obligeance de M. P. Destinez, je puis communiquer aujourd'hui ces échantillons déterminés. En voici la liste :

Productus giganteus, Mart. ;
P. fimbriatus, Sow. ;
Chonetes papilionacea, Phil. *sp.* ;
Athyris cf. globularis, Phil. ;
Nombreux foraminifères.

(¹) Concours universitaire des bourses de voyage, 1902. Thèses annexées au mémoire déposé le 3 janvier 1902. Voir *Moniteur belge*, 1[er] avril 1903, p. 1483.

M. le professeur L. Szajnoka renseigne [1], comme y étant les plus abondantes, les espèces suivantes :

Productus giganteus, Mart. ;
P. punctatus, Mart. ;
P. latissimus, Sow. ;
Chonetes comoides, Sow. ;
Spirifer striatus, Sow.

Ces deux listes ne renferment qu'une seule espèce commune : *Productus giganteus*, Mart. C'est pourquoi, vu l'excellent état des échantillons et surtout la grande compétence de M. P. Destinez, j'ai cru intéressant de signaler ce fait. Il précise les analogies fauniques du Calcaire carbonifère, aux deux extrémités de l'arc varisque, dont le massif de Krzeszowice est le dernier affleurement vers l'Est.

La séance est levée à 12 ½ heures.

(1) *Führer für die geologischen Exkursionen in Œsterreich.* Einige Worte über den geologischen Bau des Gebietes von Krakau, p. 5.

Séance ordinaire du 17 janvier 1904.

M. M. Lohest, *président, au fauteuil.*

La séance est ouverte à dix heures et demie.

Le procès-verbal de la séance ordinaire du 20 décembre 1903 est approuvé, moyennant une addition à la page B 60, demandée par M. Ad. Firket, la suppression de trois paragraphes à la page B 70, proposée par M. P. Tabary et quelques corrections indiquées par le secrétaire général.

M. le président annonce la présentation de deux membres effectifs.

Il fait part à la Société du décès de deux membres honoraires éminents : Robert Etheridge et Karl-Alfred von Zittel, dont il rappelle les nombreux et importants travaux paléontologiques (*Condoléances*).

Correspondance. — M. J. Kersten remercie la Société pour les félicitations qui lui ont été adressées à l'occasion de sa nomination de chevalier de l'Ordre de Léopold.

Le Naturhistorische Verein der preussischen Rheinlande, Westfalens und des Reg.-Bez. Osnabrück fait part du décès de son président Dr. August Huyssen (*Condoléances*).

M. E. Harzé s'excuse de ne pouvoir assister à la séance.

Le Commissaire général de l'Exposition de Liége en 1905 fait parvenir le tarif des emplacements pour les exposants. L'assemblée, se ralliant, en principe, à la proposition de prendre part à cette exposition, charge le secrétaire général de rappeler à M. le Commissaire général que, dans toutes

les expositions belges, la Société n'a pas eu à payer de taxe pour l'emplacement qu'elle a occupé.

Ouvrages offerts. — Les publications reçues depuis la dernière séance sont déposées sur le bureau. Des remerciements sont votés aux donateurs.

DONS D'AUTEURS.

G. Dewalque. — Une roche feldspathique à Coô (Stavelot) (*Bull. Acad. roy. de Belg., Classe des sciences*, n° 11). Bruxelles, 1903.

— Notice explicative de la Carte géologique de la Belgique et des provinces voisines. Seconde édition (*Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXXI, *Bibl.*) Liége, 1903.

M. Lohest, A. Habets et H. Forir. — La géologie et la reconnaissance du terrain houiller du nord de la Belgique. Liége, Vaillant-Carmanne, 1904.

Th. Verstraeten. — La guerre des Eaux de l'agglomération bruxelloise et la campagne contre les eaux des roches calcaires. Bruxelles, 1903.

M. M. LOHEST, en présentant, en son nom et en celui de MM. A. HABETS et H. FORIR, la notice publiée par eux en réponse à la *Revendication, par la Nouvelle Société de recherches et d'exploitation, du droit d'inventeur sur tout le bassin houiller du nord de la Belgique*, fait remarquer que cette notice relève certaines critiques dirigées contre la Société géologique. Les auteurs n'ont pas cru devoir demander la publication de cette communication à la Société, pour éviter que celle-ci puisse être engagée dans une polémique.

Communications. — Le secrétaire général donne lecture des deux notices suivantes :

Découverte d'un ossement de tortue dans une grotte de la région de la Meuse,

PAR

DOM G. FOURNIER.

Au cours des fouilles que je continue dans la caverne du Trou Félix, située dans le ravin du Colèbi, sur le territoire de Falmignoul, un de nos élèves, M. Alain Obert, de Thieusies, a trouvé, dans le niveau inférieur, en compagnie de restes de mammouth et de rhinocéros à narines cloisonnées, un ossement de tortue. Je dois à l'obligeance de mon excellent ami M. G.-A. Boulenger, conservateur au British Museum, la détermination spécifique de ce débris de chélonien.

« L'os de tortue, m'écrit-il, est l'hypoplastron gauche » de *Emys orbicularis*, L., espèce qui vit encore en Europe, » depuis la Pologne, la Prusse et le centre de la France, » jusqu'aux bords de la Méditerranée.

» Ses restes ont été trouvés dans des dépôts pleistocènes, » en Suisse, en Danemark, en Angleterre, en Belgique » (dans la tourbe près de Gand, collection van Breda), en » Suisse, en Allemagne, en Italie ».

J'ajoute que M. Rutot, conservateur au Musée royal d'histoire naturelle, m'a fait observer qu'on doit avoir trouvé également des restes de tortue aux Grands-Malades, près Namur, avec d'autres ossements quaternaires.

A propos de cristaux de quartz dans le Calcaire carbonifère,

PAR

DOM G. FOURNIER.

J'ai lu avec intérêt la note de notre confrère, M. Brien, sur la présence de quartz dans le Calcaire carbonifère.

Cette note, lue à la séance du 20 décembre dernier, confirme et complète celle que j'ai présentée à la Société géologique dans la séance du 15 mai 1898 (¹).

La découverte de quartz dans le Calcaire carbonifère a été faite par Ch. de la Vallée Poussin et publiée dans les *Bulletins de l'Académie royale* en 1888 (²). Depuis la publication de ma première note, j'ai retrouvé, à Warnant, des calcaires carbonifères à quartz disséminés dans la pâte sous forme de cristaux aciculaires, parfois très petits, mais presque toujours terminés aux deux extrémités, après dégagement par l'acide chlorhydrique. Je compte les décrire plus tard.

Quant à la genèse de ces cristaux, je signalerai seulement la discussion à laquelle le regretté Ch. de la Vallée Poussin l'a soumise dans sa belle note à l'Académie.

Le secrétaire général donne lecture des deux notices visées dans cette dernière communication.

Il n'est pas inutile de rappeler les conclusions de celle de **Ch. de la Vallée Poussin**. Décrivant un calcaire oolithique, contenant des cristaux prismatiques de quartz, découvert par lui à Lisogne, dans les talus de la nouvelle route conduisant des fonds de Leffe près Dinant au village de Thynes, au niveau *V1b* de la légende de la Carte géologique au 40 000ᵉ, notre regretté confrère faisait connaître que ce calcaire est formé, en majeure partie, de rhizopodes, auxquels sont associés quelques fragments d'anneaux de crinoïdes, des corps organiques inconnus, rappelant la structure de certains calci-spongiaires (*Pharetrones*), des ostracodes (?), des algues unicellulaires (?), quelques fragments de brachiopodes et un très petit nombre d'oolithes miliaires. Les oolithes ne jouent ici

(¹) *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXV, p. CXI.
(²) *Bull. Acad. r. de Belg.*, 3ᵉ série, t. XV, nº 2, 1888.

qu'un rôle subordonné ; mais il n'en est pas de même dans les calcaires oolithiques, particulièrement fréquents au voisinage des bancs de brèche, des subdivisions *V2a* et *V2b* ; ceux-ci offrent, néanmoins, beaucoup de ressemblance avec la roche de Lisogne; parmi une foule de débris arrondis, allongés ou anguleux, qui ont servi de centres aux précipitations de carbonate calcique, on reconnait beaucoup de formes de foraminifères entiers ou brisés, ayant joué le même rôle ; on a bien affaire ici aux oolithes d'origine sableuse que J. Dana a vu se produire dans l'océan Pacifique.

Le calcaire de remplissage de toutes ces roches est spathique, à texture macrocristalline, et beaucoup plus transparent que celui des organismes qu'il a cimentés ; un certain nombre de ces derniers se fondent dans le ciment spathique, lequel semble s'être formé, partiellement, à leur détriment. Il en résulte que la genèse des calcaires étudiés comporte au moins deux phases successives.

Les cristaux de quartz ont la forme de prismes hexagonaux, simples ou groupés, paraissant, au premier abord, tous terminés d'une manière irrégulière; cela est dû à ce que les fibres élémentaires, présentant chacune la pyramide terminale, fibres dont le groupement constitue ces prismes, sont de longueur inégale. La couleur du quartz est gris noirâtre ou brunâtre très foncé ; au microscope, on reconnait que cette couleur est dûe à l'interposition, entre les zones d'accroissement des cristaux, de traînées linéaires, noires ou grises, opaques ou faiblement translucides, constituées par deux substances minérales, tantôt associées et tantôt séparées : l'anthracite et la calcite.

D'après Ch. de la Vallée Poussin, « toutes les circons-
» tances parlent en faveur de l'arrivée postérieure de la
» silice, de la formation tardive du quartz et de la substi-

» tution progressive de la silice à la roche zoogène préexis-
» tante. La rigueur de cette conclusion achève de s'imposer
» quand on voit, comme c'est le cas très fréquent dans nos
» cristaux, le bord des faces des prismes couper nettement
» des coquilles de foraminifères.

« Les cristaux de quartz sont souvent d'une grande
» pureté dans leur portion la plus centrale qui doit
» répondre à de petits centres de cristallisation, à de
» petits cristaux incolores d'une transparence achevée »,
comme ceux dont on a signalé l'existence au dedans du test de foraminifères, phénomène qui se présente également dans le calcaire de Lisogne.

M. **P. Fourmarier** annonce que M. Lepersonne a également rencontré des cristaux de quartz noir dans le calcaire à *Productus giganteus* de Theux.

M. **M. Lohest** rappelle que A. Dumont en a renseigné en de nombreux endroits, dans le Calcaire carbonifère, à Flémalle et à Theux, notamment.

*
* *

M. **M. Lohest** présente les considérations suivantes au sujet de l'intéressante expérience décrite par M. P. Tabary à la dernière séance.

Considérations sur le volcanisme,

PAR

M. LOHEST.

Les géologues qui, dans ces derniers temps, ont recherché la cause première des phénomènes volcaniques, sont d'accord pour envisager ces derniers comme une conséquence de la contraction du globe ; certains d'entre

eux attribuent une importance prépondérante aux poussées tangentielles ; d'autres, au contraire, envisagent ces phénomènes comme un corollaire des effondrements ou des mouvements radiaux.

Comme la cause de cette diminution de volume est, en somme, le refroidissement séculaire du globe, il est intéressant de voir montrer expérimentalement, comme l'a fait M. Tabary, comment l'abaissement de la température du magma liquide, ou simplement visqueux, peut donner naissance à des éruptions.

Contrairement donc à une hypothèse développée dans ces derniers temps, les phénomènes volcaniques, loin de diminuer d'intensité avec le temps, ne peuvent qu'augmenter dans l'avenir. La lune, avec ses volcans, est un astre géologiquement plus vieux que la terre, puisque, son volume étant moindre que celui de notre planète, elle s'est refroidie plus vite ; elle représente, vraisemblablement, l'état futur de notre globe.

L'on peut encore aller plus loin.

Dans un intéressant mémoire sur la production des novæ, la périodicité de l'activité solaire et l'état fragmentaire des aérolithes, M. De Heen [1] fait remarquer que « la perte de chaleur et les contractions qui en résultent » finissent par donner à la matière des astres, les propriétés » de la foudre. Les éléments qui constituent les mondes » doivent, par suite du refroidissement continu, finir par » être projetés en tous sens avec la vitesse de l'éclair. » L'état nébulaire constituerait le dernier terme de la vie » d'un corps céleste. »

Les géologues sont généralement d'accord pour faire dériver notre système solaire d'une nébuleuse primitive. La terre, telle que nous l'observons actuellement, avec son

[1] P. De Heen. Prodrome de la théorie de l'électricité. *Mémoires de la Société royale des sciences de Liége*, 3e série, t. V, 1903.

écorce solide de roches de première consolidation et sédimentaires, pénétrée de roches éruptives, ne représenterait donc qu'un stade très court d'un cycle immense, compris entre une nébuleuse primitive et une nébuleuse finale.

Une discussion s'engage sur cette communication.

M. **J. Fraipont** fait remarquer que l'on a objecté à l'augmentation constante de l'activité volcanique, l'origine vraisemblablement tertiaire de l'argile rouge des abîmes, qui semble indiquer que les éruptions ont été plus nombreuses et plus intenses à l'époque tertiaire que de nos jours.

M. **M. Lohest** répond que cette argile rouge n'a pas une origine exclusivement volcanique; il parait vraisemblable que le fond de l'Océan pacifique est formé de roches feldspathiques, dont la désagrégation aurait contribué à la formation de cette argile; en outre, les poussières cosmiques doivent également y avoir participé, dans une certaine mesure.

M. **Ad. Firket** estime que l'argile rouge est, tout au moins partiellement, le résidu de la dissolution de la vase à globigérines.

M. **J. Fraipont** fait remarquer que l'on y trouve beaucoup de ponces et de particules métalliques, attirables à l'aimant, ce qui démontre bien son origine à la fois volcanique et cosmique.

M. **Ad. Firket** riposte que les débris de ponce et les concrétions ferrugineuses et manganésifères ne forment qu'une très faible partie de la masse; elles ne démontrent donc pas que l'activité volcanique ait été plus grande pendant le Tertiaire que de nos jours.

M. **M. Lohest** fait encore observer que la durée de la période tertiaire a été très considérable, ce qui expliquerait

l'épaisseur de la boue rouge, sans qu'il soit nécessaire de faire intervenir une intensité des phénomènes éruptifs, supérieure à celle que l'on observe actuellement.

M. **H. Forir** pense que l'on a attribué à l'altération du fond du Pacifique une importance trop considérable dans la production de l'argile rouge des abîmes. En effet, les nombreuses dents de poissons ramenées par la sonde, se trouvaient non superposées à cette argile, mais incorporées dans sa masse, ce qui ne s'expliquerait pas, si une notable partie de cette argile provenait de la désagrégation du fond.

M. **J. Fraipont** admet que la dissolution de la vase à globigérines peut avoir contribué, dans une certaine mesure, à la formation de l'argile rouge, mais il fait remarquer que les poussières volcaniques et cosmiques tombaient aussi bien aux endroits où se déposaient ces vases, que dans les parties plus profondes des mers, de sorte que ces poussières doivent exister également dans le résidu de la dissolution de ces boues calcaires.

⁂

Le secrétaire général signale à l'attention de ses confrères une conférence que M. Weyher doit donner, dans le courant de l'après dîner, dans l'auditoire de physique de l'Université. Le sujet de cette causerie : les tourbillons, et les nombreuses expériences imaginées par le conférencier, sont particulièrement intéressants au point de vue des théories sur l'origine des astres appartenant au système solaire.

M. **G. Lespineux** demande la nomination de commissaires pour examiner un travail sur la *Géologie des environs de Huy*. M. le président désigne MM. Ad. Firket, H. Forir et M. Lohest, pour faire rapport sur ce mémoire.

La séance est levée à 12 1/2 heures.

Séance ordinaire du 21 février 1904.

M. M. LOHEST, *président, au fauteuil.*

La séance est ouverte à dix heures et demie.

Le procès-verbal de la séance ordinaire du 17 janvier 1904 est approuvé.

M. le président proclame membres effectifs MM.
MAES (Gustave), négociant en charbons, à Lokeren et
RIGO (Georges), ingénieur, chef de travaux au charbonnage du Hasard, à Micheroux, présentés, tous deux, par MM. H. Forir et M. Lohest.

Il annonce deux présentations de membres effectifs.

M. le président fait part du décès de notre regretté confrère Alfred CRIGNIER *(Condoléances).*

Correspondance. — Le Secrétaire du Comité constitué en vue d'ériger, au Jardin botanique de l'Etat, à Bruxelles, un monument à la mémoire de notre regretté confrère François CRÉPIN, a fait parvenir au secrétaire général une liste de souscription, qu'il le prie de faire circuler parmi les membres de la Société. Ceux d'entre ces derniers qui désirent s'associer à l'hommage rendu à la mémoire de ce savant, modeste autant qu'érudit, sont priés d'adresser leur adhésion à M. H. Forir, 25, rue Nysten, à Liége.

L'Académie royale des sciences de Turin fait part du décès de Giacinto BERRUTI, ingénieur, membre de la classe des sciences physiques, mathématiques et naturelles. Des condoléances seront adressées à cette savante compagnie.

L'Institut international de Bibliographie a fait parvenir le communiqué suivant, avec prière de le reproduire :

L'Institut international de Bibliographie prépare en ce moment le complément de la Bibliographie nationale pour toute la partie qui concerne les auteurs belges contemporains. Il fait appel à ceux-ci et les prie de bien vouloir lui envoyer, dans le plus bref délai, la liste complète de leurs écrits, livres, brochures, articles de revues, communications aux sociétés savantes, traductions, éditions, préfaces. Pour faciliter le travail de l'Institut, il est désirable de lui adresser ces renseignements sur fiches du format type (0.125 × 0.075), portant chacune la notice bibliographique d'un seul écrit. Les éléments de chaque notice sont : le nom de l'auteur, son prénom, l'année de publication, le titre de l'ouvrage, le sous-titre, le lieu d'édition, le nom de l'éditeur, le format (en centimètres), le nombre de pages, le prix, le numéro d'ordre de l'édition. S'il s'agit d'un article paru dans un recueil périodique, on indiquera le titre du périodique, le lieu où il a été imprimé, la date de publication et la page. Exemple :

Durand (Paul).
1891. Monographie de Notre-Dame de Courtrai : Explication des planches par M. Paul Durand, membre correspondant de l'Académie de Belgique.
Bruges, Walravens, 1891, in-8o (218 × 280), XII-178 p., 3 fr.

O

L'Institut international de Bibliographie rappelle aux auteurs qu'il a entrepris la préparation d'un Répertoire bibliographique universel, établi en deux parties, dont l'une est classée par noms d'auteurs, l'autre par matières. Ces répertoires peuvent être consultés gratuitement dans les locaux de l'Institut. L'Institut envoie, en outre, par correspondance, les renseignements qui lui sont demandés par lettre, moyennant le remboursement des frais, soit fr. 0.05 par fiche.

Ses répertoires contiennent actuellement environ sept millions de renseignements classés, établis sur fiches du modèle ci-dessus.

Ouvrages offerts. — Les publications reçues depuis la dernière séance sont déposées sur le bureau. Des remerciements sont votés aux donateurs.

DONS D'AUTEURS.

J. Cornet. Sur un phosphate riche dérivé du tufeau maestrichtien de Saint-Symphorien. (*Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXIX, *Mém.*) Liége, 1902.

— Les eaux salées du terrain houiller. (*Ibid.*, t. XXX, *Mém.*) Liége, 1903.

— La Meuse ardennaise. (*Mouvement géographique*, novembre 1903.) Bruxelles, 1903.

R. d'Andrimont. Chamoisit Lager de Nuçic (Prague). (*Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXX, *Bull.*) Liége, 1902-1903.

P. Destinez. *Chonetes comoides* dans la dolomie viséenne de la vallée du Bocq. (*Ibid.*, t. XXIX, *Bull.*) Liége, 1901-1902.

— Faune du petit-granite (*T2b*) de Belgique. (*Ibid.*, t. XXX, *Bull.*) Liége, 1902-1903.

G. Dewalque. Le forage Gute-Hoffnung, à Asenraij à 4 kil. à l'est de Ruremonde. (*Ibid.*, t. XXX, *Bull.*) Liége, 1902-1903.

Ad. Firket. Allocution sur le décès de J. van Scherpenzeel-Thim. (*Ibid.*, t. XXX, *Bull.*) Liége, 1902-1903.

H. Forir. La faille de Walcourt. (*Ibid.*, t. XXIX, *Bull.*) Liége, 1902.

P. Fourmarier. Les alluvions de la Hoigne à Juslenville (Theux). (*Ibid.*, t. XXX, *Bull.*) Liége, 1903.

— Découverte de cherts dans le calcaire dévonien. Echantillons minéralogiques du Houiller de Liége. (*Ibid.*, t. XXX, *Bull.*) Liége, 1903.

— Echantillons remarquables du Houiller de la Campine. Le passage de la faille de Theux sur la rive droite de la Hoigne. (*Ibid.*, t. XXX, *Bull.*) Liége, 1903.

G. Friedel. Observations sur le massif de granite de Firminy (Loire). (*Ibid.*, t. XXIX, *Mém.*) Liége, 1901-1902.

G.-K. Gilbert. John-Wesley Powell. A memorial to an american Explorer and Scholar. Chicago, 1903.

H. Gillot. Sur la composition chimique des poussières volcaniques de la Martinique. (*Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXX, *Bull.*) Liége, 1902-1903.

A. Habets et *E. Holzapfel.* Compte rendu de la session extraordinaire de la Société géologique de Belgique, tenue à Düsseldorf et à Iserlohn (Allemagne) du 5 au 9 août 1902. (*Ibid.*, t. XXIX, *Bull.*) Liége, 1901-1902.

G. Henriksen. On the Iron ore deposits in sydvaraiger Finmarken-Norway and relative geological problems. Christiania, 1902.

G. Lespineux. Quelques minéraux intéressants de Visé et leur mode de gisement. (*Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXX, *Bull.*) Liége, 1903.

M. Lohest. Le tuf de la vallée du Hoyoux. (*Ibid.*, t. XXVIII, *Bull.*) Liége, 1901.

M. Lohest et *H. Forir.* Coupe du sondage de Xhendremael et des puits de la galerie des eaux alimen-

taires de la ville de Liége. (*Ibid.*, t. XXIX, *Bull.*) Liége, 1902.

M. Lohest et *H. Forir*. Particularités remarquables du Carboniférien de la partie centrale du Condroz. (*Ibid.*, t. XXIX, *Mém.*) Liége, 1902.

— Quelques observations nouvelles sur le Salmien supérieur. (*Ibid.*, t. XXX, *Bull.*) Liége, 1903.

M. Lohest et *P. Fourmarier*. L'évolution géographique des régions calcaires. (*Ibid.*, t. XXXI, *Mém.*) Liége, 1903.

C. Malaise. Notice sur Charles-Louis-Joseph-Xavier de la Vallée Poussin. (*Annuaire de l'Académie royale de Belgique*, 70e année.) Bruxelles, 1904.

E. v. Mojsisovics. Allgemeiner Bericht und Chronik der im Jahre 1903 im Beobachtungsgebiete eingetretenen Erdbeben. (*Mitth. der Erdbeben-Commission der K. Akad. der Wissenschaften in Wien*, neue Folge, N. X.) Vienne, 1902.

M. Mourlon. Referendum bibliographique précédé de l'exposé des principaux résultats scientifiques et économiques du Service géologique de Belgique. (*Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXX, *Bibl.*) Liége, 1903.

— Résultat du referendum bibliographique. (*Ibid.*, t. XXXI, *Bibl.*) Liége, 1903.

A. Renier. Une terrasse de la vallée de la Vesdre. (*Ibid.*, t. XXX, *Bull.*) Liége, 1902-1903.

W. Spring. Sur les conditions dans lesquelles certains corps prennent la texture schisteuse. (*Ibid.*, t. XXIX, *Mém.*) Liége, 1902.

— Recherches expérimentales sur la filtration et la pénétration de l'eau dans le sable et le limon. (*Ibid.*, t. XXIX, *Mém.*) Liége, 1902.

X. Stainier. Le forage du château de Nieuwenhoven, à Nieuwerkerken. (*Ibid.*, t. XXX, *Mém.*) Liége, 1902-1903.

Société géologique de Belgique. La houille en Campine. (*Ibid.*, t. XXIX, *Mém.*) Liége, 1902.

*** Discours prononcés aux funérailles d'Emile Delvaux. (*Ibid.*, t. XXIX, *Bull.*) Liége, 1902.

Communications. — M. **M. Lohest** fait une communication relative à la *Répartition des continents et des mers en Belgique, aux différentes époques primaires.* Son insertion dans les *Mémoires* est ordonnée, sur les conclusions conformes de MM. A. Habets, J. Fraipont et H. de Greeff, rapporteurs. Une planche accompagne le travail.

M. **A. Habets** fait remarquer que, dans l'hypothèse de M. J. Gosselet, les massifs cambriens de Stavelot et de Serpont constituaient des îles ; ceux de Rocroy et de Givonne et la crête silurienne du Condroz, les rivages de la mer dévonienne inférieure, ce qui explique aisément la présence, autour de ces îles et sur les rivages, de conglomérats à la base des sédiments de cette époque ; il demande à M. Lohest quelle origine il attribue à ces conglomérats, dans sa manière de voir, d'après laquelle les massifs cambriens auraient été immergés pendant le Dévonien et n'auraient affleuré que plus tard, par suite de la formation de rides et de l'érosion de celles-ci. Néanmoins, en admettant la première supposition, il est difficile d'expliquer la formation des calcaires dévoniens de l'Eifel.

M. **M. Lohest** répond que, d'après les vues de M. Gosselet, les dépôts calcaires de l'Eifel se seraient vraisemblablement formés dans un bras de mer, ce qui rend difficilement explicable leur analogie pétrographique et

faunique avec ceux des synclinaux occupant une situation plus septentrionnale. Les poudingues du Dévonien inférieur s'expliquent, selon lui, par la transgression constatée, vers le Nord, de la mer, dont le rivage a occupé successivement toutes les positions comprises entre le sud des massifs cambriens et la crête silurienne; ces poudingues se trouveraient, d'après lui, *partout* à la base des dépôts dévoniens, et non pas seulement autour des massifs cambriens et au sud de la crête silurienne; ils ne seraient donc pas exactement synchroniques; l'épaisseur des dépôts du Dévonien inférieur, plus grande dans la région méridionale que dans la région septentrionale, trouverait ainsi une explication toute naturelle.

Répondant à une demande de M. A. Habets, M. Lohest annonce qu'il se propose de compléter, dans une séance ultérieure, la communication qu'il vient de faire, et qu'il a dû écourter à cause de la surcharge de l'ordre du jour; il recherchera, notamment, les relations tectoniques du synclinal houiller de Sarrebruck, avec les plis du Nord.

M. **E. Gevers** demande si la discordance entre le Siluro-Cambrien et le Dévonien est la règle générale dans notre pays.

M. **M. Lohest** déclare que cette discordance se constate chaque fois que l'on peut faire des observations directes; quand le contact n'est pas observable, on peut la déduire encore de la différence d'orientation des couches de ces deux âges, avoisinantes.

M. **A. Habets** demande si l'on n'admet pas, généralement, que les poudingues de la formation houillère indiquent que la mer de cette époque était en transgression du Nord-Est ou de l'Est.

M. **M. Lohest** ne croit pas que ces conglomérats soient d'origine marine; ils seraient dûs, selon lui, à des courants

fluviaux venant du Sud ; cela lui paraît résulter de ce fait que ces poudingues sont des dépôts locaux, connus seulement en un certain nombre de points. Selon lui, pendant la période carbonifère, il y avait un continent au Sud, puisque, à Sarrebruck, le Houiller repose directement sur le Dévonien.

*
* *

M. **R. d'Andrimont** répond à un certain nombre d'objections présentées par M. O. van Ertborn, dans le *Bulletin de la Société belge de géologie*, à sa manière de voir relative à l'hydrologie du littoral belge. Cette réponse, étant donnée son étendue, paraîtra dans les *Mémoires*, conformément aux conclusions des rapporteurs, MM. A. Habets, M. Lohest et H. de Greeff.

Une discussion sur cette communication s'élève entre M. P. Questienne et M. R. d'Andrimont. La manière de voir de M. Questienne fera l'objet d'une note qui paraîtra dans les *Mémoires*, à la suite du travail de M. R. d'Andrimont, conformément à l'avis des mêmes commissaires.

*
* *

M. **R. d'Andrimont** fait les deux communications suivantes :

Les filons de pechblende de Joachimsthal (Bohème),

PAR

RENÉ D'ANDRIMONT.

La recherche de minerais de radium présentant un très grand intérêt, je crois devoir dire quelques mots

au sujet des mines de Joachimsthal, que j'ai eu l'occasion d'étudier, il y a quelques mois.

La pechblende est un produit assez complexe, contenant environ 40 % d'oxyde d'urane UO^4. L'analyse du minerai décèle également de l'arsenic, du molybdène, du soufre, du tungstène, du vanadium, de l'argent, du plomb, du bismuth, du magnésium, du calcium, du fer, de l'aluminium, du cobalt, du nickel, du silicium, de l'anhydride carbonique.

Les filons de pechblende ont une épaisseur de quelques centimètres. L'échantillon que j'ai l'honneur de vous présenter montre la coupe complète d'un filon.

Le champ de fractures de Joachimsthal s'étend dans une zone géologique formée, en majeure partie, de micaschiste à biotite. Ce micaschiste vient buter, à l'Ouest, contre un massif granitique. Il existe deux directions principales de cassures. Les fractures Nord-Sud sont métallifères ; celles Est-Ouest sont stériles.

L'étude des rejets des cassures, des filons et des venues éruptives, montre que ces phénomènes se sont succédé dans l'ordre suivant :

1) Venue de granite.

2) Venue de porphyre.

3) Venues métallifères.
 a) Quartz ancien, laiteux.
 b) Quartz ferrugineux.
 c) Venue sulfurée, principalement de Co, Ni, Bi.
 d) Pechblende.
 e) Venue argentifère.

4) Cassures stériles, souvent remplies de produits de désagrégation des parois.

5) Poussée de basalte.

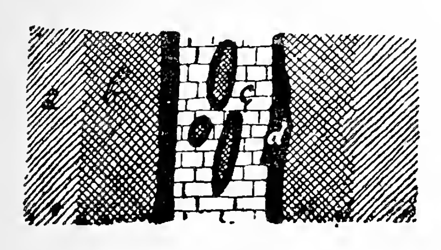
J'ai eu l'occasion d'observer moi-même de nombreux

rejets et des débris de filons plus anciens dans les filons plus récents, confirmant cette succession.

Au point de vue de la recherche éventuelle de filons de pechblende, je crois utile de signaler l'observation suivante. Le minerai d'urane ne se rencontre que dans des micaschistes à biotite et le remplissage est toujours constitué de dolomie, contenant une forte proportion de diverses autres matières minérales.

Les mineurs de Joachimsthal connaissent parfaitement cette particularité qui les guide dans leurs recherches. On pourrait peut être expliquer cette relation, en supposant que la venue d'urane s'est faite à l'état de carbonate, lequel a réagi avec le magnésium de la biotite. On constate, en effet, que le micaschiste est altéré au contact des filons. Cependant, avant d'avancer une semblable hypothèse, de plus amples observations et recherches, que je n'ai pu entreprendre, seraient nécessaires.

La figure ci-dessous représente l'aspect d'un filon.



a. Micaschiste.
b. Micaschiste altéré.
c. Dolomie impure.
d. Pechblende.

La venue s'étant faite par le bas et la dolomie étant le produit de la réaction, il semblerait donc qu'un filon entièrement formé de dolomie présenterait des chances pour la rencontre de pechblende en profondeur.

Dans ces mêmes mines de Joachimsthal, on a trouvé, dans une cassure remplie de tuf volcanique, à 280 m. de profondeur, un morceau de bois provenant d'un végétal à feuilles caduques. Ce fait montre, qu'à l'époque tertiaire, des cassures se sont formées, qu'elles se sont maintenues ouvertes et qu'elles ont été remplies par le haut.

Les filons cuprifères de Graslitz-Klingenthal (Bohême et Saxe)

PAR

René d'Andrimont

Les filons sont contenus dans des phyllades micacés, entourés, de trois côtés, par un massif granitique. Au contact de celui-ci, existe une zone métamorphisée.

L'épaisseur de ces formations semble énorme et, à première vue, l'on serait tenté de croire que la stratification apparente n'est qu'un clivage schisteux, d'autant plus, que les filons cuprifères, dont l'origine filonienne est incontestable, sont compris dans la stratification (gîtes de décollement). J'ai recueilli divers échantillons de ces phyllades, que j'ai l'honneur de vous présenter aujourd'hui. Ils montrent un plissement en éventail.

La stratification est très nette et ne peut être confondue avec un clivage schisteux.

Les filons sont composés de quartz, de pyrite, de chalcopyrite et de magnétite. Le minerai contient environ 7 °/₀ de cuivre. Aux environs immédiats des filons, les phyllades sont comme injectés de pyrite, de chalcopyrite et de quartz. J'en présente encore divers échantillons.

Il existe également des filons stériles, parallèles à la stratification. Ceux-ci paraissent être contemporains des filons productifs.

Il y a aussi des cassures remplies de produits de désagrégation des parois, restés meubles, et des filons qui ne sont pas parallèles à la stratification.

Ces derniers, toujours stériles, ne contiennent que du quartz et ils recoupent nettement les filons productifs.

Les parois de ces cassures stériles se sont déplacées l'une par rapport à l'autre.

L'argile comprise dans beaucoup de ces cassures, montre de nombreuses stries de glissement.

Des filons de hornblende, très puissants, viennent également s'interposer dans les phyllades.



M. **P. Questienne** fait les communications suivantes :

Note sur un puits creusé à Landen, en vue de l'établissement d'une distribution d'eau,

PAR

PAUL QUESTIENNE.

Ce puits a été creusé en 1902, au sud-ouest de la station de Landen, à environ 600 mètres du chemin de fer, dans la vallée du Zijp, au voisinage de la courbe de niveau 75.

Le ruisseau, dans sa partie au sud du chemin de fer, est ordinairement à sec pendant l'été.

On connaissait, par les puits de maisons situées le long du chemin, au nord de l'emplacement choisi, ainsi que par les sources qui émergent à l'aval, le niveau approximatif de la nappe aquifère, qui fut rencontrée à la profondeur de $10^{m}15$.

Dans le creusement, on traversa successivement :

Terre arable et limon	$4^{m}18$
Limon plus argileux	$1^{m}52$
Grès tendre, avec couches d'argile intercalées . .	$1^{m}10$
Grès en bancs minces.	$7^{m}15$
Argile bleue	$0^{m}27$
Grès tendre	$0^{m}48$
Total. . . .	$14^{m}60$

Les deux premières couches sont quaternaires, les autres, landéniennes inférieures.

Les jaugeages auxquels on procéda régulièrement, à partir de la profondeur de 11m70, que l'on avait atteinte le 6 novembre 1902, donnèrent comme résultats :

DATES	PROFONDEUR ATTEINTE	DÉBITS	
		par seconde litres	par 24 heures mètres cubes
6 novembre	11.70	0.53	45.79
8 id.	12.20	0.64	55.29
11 id.	12.80	0.99	85.54
13 id.	13.30	1.46	126.14
14 id.	13.60	1.50	129.60
15 id.	13 75	1.55	133.92
18 id.	14.20	1.75	151.20
19 id.	14.35	1.84	158.97
20 id.	14.60	1.975	170.64

Les conditions du contrat de l'entreprise firent arrêter, à la profondeur de 14m60, le creusement du puits sous le diamètre de 1 mètre ; mais, avant d'abandonner l'étude, on fora, dans le fond, un trou de sonde de 4m10 de profondeur, ce qui porta celle-ci à 18m70, le 21 décembre et le débit atteignit 3.59 litres par seconde, soit 310.18 mètres cubes par 24 heures.

On observa, le lendemain, que l'eau, au lieu de reprendre le niveau où on l'avait rencontrée en creusant le puits, ne remonta qu'à 10m68 sous le sol, niveau qu'elle conserva ensuite. Cette circonstance semble pouvoir s'expliquer par la présence de la couche d'argile séparant les couches aquifères et par l'existence de sources à fort débit, peu distantes, alimentées par la nappe des couches inférieures.

21 MARS 1904.

Note sur une galerie de captage d'eau potable, creusée à Villers-aux-Tours, à travers les bancs redressés du Dévonien supérieur.

PAR

PAUL QUESTIENNE.

Un puits d'étude de 7^{m}25 de profondeur, creusé en 1894, vers la cote 285, sur le plateau étroit qui domine, au Sud, le village de Villers-aux-Tours, avait permis de déterminer le niveau de la nappe aquifère et d'observer ses fluctuations. On y constata qu'il se maintenait à environ 5 mètres sous le sol. En épuisant complètement, on obtint un débit d'environ 18 mètres cubes par 24 heures. L'analyse fit constater que l'eau est excellente.

La population à alimenter n'étant que de 500 habitants, on décida l'exécution, dans le voisinage du puits, d'une galerie de captage à travers bancs, dans le but d'en distribuer l'eau par des canalisations, si les débits obtenus se trouvaient suffisants.

Cette galerie fut exécutée en 1903. En vue de pouvoir desservir les parties élevées de l'agglomération, le niveau de son radier a été fixé au-dessus de la cote 275, le sommet du plateau ne dépassant pas la cote 293. Elle a 90 mètres de longueur ; à l'origine, son radier se trouve à 5 mètres sous le niveau du sol ; à son extrémité, cette profondeur est de 11 mètres.

Les 43 premiers mètres traversent de la roche désagrégée, schistes et grès, ne donnant de l'eau que par des suintements ; ensuite, on rencontre des bancs de grès dur, séparés par des couches de schiste et de grès tendre, auxquels correspondent des venues d'eau en sources.

Des jaugeages effectués au fur et à mesure de l'avance-

ment de la galerie, accusèrent des débits croissants qui, passant de 25 à 30 mètres cubes par 24 heures, dans la première section de 40 mètres de la galerie, atteignirent jusque 86 mètres cubes, lorsqu'on eût dépassé les derniers bancs de grès.

Le creusement en galerie commença le 24 mai; pour diverses causes, il ne fut terminé que le 29 novembre; à partir de cette date, on tint la galerie en observation jusque fin janvier. Le débit le plus réduit, constaté pendant cette période fut, le 6 janvier, de 62 mètres cubes.

Si l'on consulte le tableau des observations pluviométriques, faites au poste de Nandrin en 1903, on voit que les pluies ont été très fréquentes, même en été. A partir de septembre et jusqu'au milieu de décembre, on ne constate que deux périodes de 7 jours et deux périodes de 6 jours sans pluie; le reste du temps, il pleut presque continuellement. On ne doit donc pas trop s'étonner des résultats obtenus.

A partir du 14 décembre, se présenta une période sans pluie, qui dura jusqu'au 9 janvier 1904. Le jaugeage du 6 janvier s'est donc fait presqu'à la fin de cette période. Lorsqu'on en effectua de nouveaux, la pluie était survenue et les débits s'en sont ressentis considérablement.

Il est certain que le résultat obtenu, qui dépasse de beaucoup les prévisions, ne se maintiendra pas lorsqu'on aura traversé de longues périodes de sécheresse. Cependant, il a paru justifier l'établissement des canalisations et autres installations de la distribution d'eau, d'autres sources d'alimentation pouvant être trouvées, si le produit de la galerie venait à faiblir de façon à nécessiter d'y avoir recours. Il sera intéressant d'observer les débits à la suite de sécheresses estivales prolongées.



La séance est levée à 12 $^1/_2$ heures.



Imp. Ch. Wittmann, Paris

NOTICE

SUR

Charles-Louis-Joseph-Xavier

DE LA VALLÉE POUSSIN

Ancien président de la Société géologique de Belgique,

né à Namur le 6 avril 1827, décédé à Bruxelles le 15 mars 1903

PAR

G. MALAISE.

Charles de la Vallée Poussin (1) est né à Namur le 6 avril 1827. Son père, officier français, se fixa en Belgique, à la suite de son mariage avec Mlle Marie-Thérèse de Cauwer, qui appartenait à une ancienne famille de race flamande, mais établie depuis longtemps dans le pays de Namur.

Après avoir fait ses humanités au Collège Notre-Dame de la Paix, à Namur, Charles de la Vallée se rendit à Paris, pour se préparer à l'École polytechnique et prendre, comme son père, la carrière des armes spéciales.

Mais des circonstances de diverse nature le firent

(1) L'homme savant et bienveillant dont je suis appelé à faire la notice a déjà eu l'honneur d'être apprécié trois fois : par M. Louis Henry, professeur à l'Université de Louvain, membre de l'Académie royale de Belgique (*Revue générale*, mai 1903); par M. E. Van den Broeck, conservateur au Musée royal d'histoire naturelle de Belgique, secrétaire général de la Société belge de géologie, de paléontologie et d'hydrologie (Charles de la Vallée Poussin, sa vie et ses travaux. *Bull. Soc. belge de géologie*. Bruxelles, mai 1903); par M. F. Kaisin, professeur à l'Université de Louvain (Charles de la Vallée Poussin. Sa vie, ses travaux. *Revue des questions scientifiques*, 3e série, t. IV. Louvain, octobre 1903).

dévier de cette voie. Après une dizaine d'années, où son temps et son activité se partagèrent entre des études scientifiques et littéraires, il fit la connaissance de notre illustre géologue d'Omalius d'Halloy et s'adonna, sous sa direction, à l'étude de la géologie.

*
* *

En 1863, à la mort de M. Martens, les cours que celui-ci donnait ayant été divisés, Charles de la Vallée fut nommé professeur de minéralogie et de géologie.

M. le professeur L. Henry nous dit : « La nomination » de M. de la Vallée fut une des meilleures à tous les » égards. Jusqu'alors, la chaire des sciences minérales » n'avait constitué, à Louvain, qu'un poste assez secon- » daire, surtout au point de vue pratique; la création des » Ecoles spéciales d'ingénieurs, qui suivit de près l'entrée » à l'Université de M. de la Vallée, en fit bientôt une des » plus importantes de la Faculté des sciences agrandie. » M. de la Vallée fut, peut-on dire, le premier professeur » *vrai* de géologie que compta l'Université catholique. » Pendant plus de quarante ans, il y professa, en même » temps que la *Minéralogie*, qui lui sert d'introduction, la » vaste *Science de la terre*, si importante et si intéres- » sante à tous les titres, parmi les sciences de la nature.

» Tous ceux, et ils sont nombreux aujourd'hui, qui ont » eu l'avantage d'être ses élèves, tous ceux qui sont au » courant du mouvement scientifique en Belgique pendant » le dernier tiers du XIXe siècle, rendent hommage à » l'excellence de l'enseignement du professeur, aussi bien » qu'à l'éminente supériorité du naturaliste que fut » Charles de la Vallée.

» Il possédait, d'ailleurs, à un degré peu ordinaire, les » qualités nécessaires pour le haut enseignement, la cul-

» ture des sciences naturelles, et, notamment, la culture
» d'une branche qui en réclame d'aussi spéciales que la
» géologie positive.

» Sa parole était aisée, correcte, transparente pour les
» faits et les idées dont elle était l'expression, toute de
» clarté, comme son intelligence elle-même. »

Il guidait chaque année ses élèves dans des excursions géologiques, pour leur apprendre à bien connaître l'échelle stratigraphique de nos terrains. Sa vaillante endurance lui avait valu, de la part de ses élèves, le nom de *Jarret d'acier*.

Grâce à lui également, les collections minérales de l'Université, malgré la modicité des crédits ordinaires mis à sa disposition, avaient été appropriées à l'illustration de l'enseignement des sciences minérales.

Ch. de la Vallée avait épousé Mlle Euphémie-Louise-Marie-Pharaïlde de Monge, vicomtesse de Franeau, qu'il eut la douleur de perdre à Grindelwald (Suisse), le 28 septembre 1898. Elle lui donna trois fils : l'aîné, M. Joseph de la Vallée Poussin, chef du Cabinet du Ministre de la Justice ; le second, M. Charles de la Vallée Poussin, mathématicien distingué, correspondant de l'Académie et professeur à la Faculté des sciences de l'Université de Louvain, où il a succédé à Philippe Gilbert, et le troisième, M. Léon de la Vallée Poussin, ingénieur aux Ateliers de la Meuse.

Ch. de la Vallée Poussin, d'apparence si robuste, fut frappé d'une première attaque de paralysie en octobre 1902, à Bruxelles, chez son fils aîné ; en novembre, il était atteint de nouveau et, après quelques mois d'une vie lamentable, il s'éteignait le 15 mars 1903, à Bruxelles. Il fut inhumé à Saint-Servais lez Namur, dans le caveau de la famille, à côté de sa respectable compagne. Selon le désir exprimé par la famille, aucun discours ne fut prononcé.

Le service funèbre solennel de Ch. de la Vallée fut célébré

à Louvain, le vendredi 20 mars, en l'église Saint-Quentin, sa paroisse, au milieu d'une grande affluence de monde. On remarquait, dans l'assistance, le corps professoral de l'Université de Louvain au grand complet, des représentants et des délégués de l'Académie royale de Belgique, de la Commission géologique, de la Société géologique de Belgique, de la Société belge de géologie, de la Société scientifique de Bruxelles, etc.



La seconde partie du nom de de la Vallée Poussin évoque le souvenir du grand peintre français : Poussin, mort en 1665. Et, en effet, nous avons appris que le peintre de ce nom, mort sans postérité, avait une nièce dont la descendance a conservé le nom de Poussin.



Toutes les sociétés scientifiques ou géologiques auxquelles appartenait Ch. de la Vallée Poussin ont été unanimes à exprimer de sympathiques regrets et à rendre hommage à sa science élevée.

A la séance du 4 avril 1903 de la Classe des sciences de l'Académie royale de Belgique, M. P. Mansion, directeur de la Classe et président de l'Académie, après avoir rappelé les principaux titres et les fonctions du défunt, dit : « Chez » M. de la Vallée Poussin, le savant était doublé d'un lettré; » il savait exposer avec une grande clarté et en très bon » style, les questions les plus ardues de philosophie scien- » tifique. En dehors de sa spécialité, il s'intéressait, d'ail- » leurs, à une foule de questions sociales, philosophiques » ou religieuses. C'était un chrétien convaincu.

» Je n'ai pas besoin de vous parler de l'homme, de » l'aménité de son caractère, de la sûreté de ses relations,

» de la dignité de sa vie. A l'Académie comme ailleurs, il » n'avait que des amis. Aussi, la Classe des sciences sent-» elle vivement la perte qu'elle a faite en la personne de » son dernier associé résidant. »

Dans la même séance du 4 avril, sur la proposition de la Section des sciences naturelles, laquelle, d'après le règlement, avait été convoquée le matin afin de pourvoir au remplacement de Ch. de la Vallée Poussin, la Classe, en vue de rendre hommage à la mémoire de l'éminent confrère qu'elle venait de perdre, décida également, à l'unanimité, de remettre au mois d'octobre les propositions relatives à son remplacement.

A la séance du Conseil de direction de la Commission géologique de Belgique, M. le président J. De Jaer, annonçant la mort de Ch. de la Vallée Poussin, rappelle que le regretté vice-président fut toujours un collègue aussi savant que de bon conseil. Il exprime les regrets que cause à la Commission la perte de ce savant éminent.

A la séance du 10 avril 1903 de la Société géologique de Belgique, M. le président Ad. Firket s'exprime ainsi : « Notre vénéré confrère fut l'un des fondateurs de la » Société géologique de Belgique, et, à trois reprises diffé-» rentes, il y remplit, avec la plus haute distinction, les » fonctions de président annuel. Il a enrichi nos publica-» tions de nombreuses et intéressantes communications » concernant la minéralogie, la géologie et la géographie » physique.

» Aussi lettré que savant, doué d'un remarquable talent » d'élocution, il savait exposer les questions les plus » compliquées avec une grande clarté et dans un style » excellent.

» A ces qualités de l'esprit, il joignait celles du cœur. » D'une aménité parfaite, d'une rare bienveillance, il était » aimé comme homme autant qu'estimé comme savant

» et ses relations, empreintes de la plus grande courtoisie, » étaient non moins sûres qu'agréables. Aussi n'avait-il » que des admirateurs et des amis, et sa perte sera-t-elle » vivement ressentie par tous ceux qui ont eu le bonheur » de le connaître personnellement.

» Les services importants que Charles de la Vallée » Poussin a rendus aux sciences minérales ainsi qu'à » notre Société, m'engagent à vous proposer la repro- » duction de son portrait dans nos *Annales*, en même » temps qu'y paraîtront sa biographie et la liste de ses » publications ».

La Société belge de géologie, de paléontologie et d'hydrologie, voulant rendre un hommage respectueux et admiratif aux travaux et à la carrière de Ch. de la Vallée Poussin et aux services qu'il a rendus à la géologie, a publié dans son *Bulletin*, quoiqu'il ne fît pas partie de la Société, son portrait et une notice sur sa vie et ses travaux, due à son secrétaire général, M. E. Van den Broeck.

Nous ne pouvons que nous associer à toutes ces appréciations, qui ne sont que l'expression de la réelle vérité et que nous partageons complètement.

*
* *

Ch. de la Vallée a fait partie des différentes commissions qui eurent pour but l'élaboration et la confection de la Carte géologique du royaume. Dans toutes, il se distingua par son grand esprit de conciliation, surtout dans le principe, lorsqu'il s'agissait d'éviter des questions de préséance et lorsque les discussions arrivaient à un point où les géologues allaient faire preuve d'un caractère quelque peu rocailleux. Joignant à une exquise politesse une extrême bienveillance, par quelques bons arguments, il savait empêcher ou apaiser les discussions et mettre les parties d'accord.

Appelé, au décès d'Alphonse Briart, à la vice-présidence de la Commission géologique, il s'est toujours acquitté de ces fonctions, surtout lorsqu'il remplaçait le président, avec une aménité qui fait que sa mort laisse de poignants regrets.

Il a collaboré à la Carte géologique au 40 000e, dressée par ordre du Gouvernement, pour le levé des roches cristallines et pour une notable partie de leur description.

Il avait également fourni, à l'ancienne Commission géologique, des rapports sur les levés de planchettes, exécutés par M. le baron Octave van Ertborn, avec la collaboration de M. Paul Cogels.



Nous voyons Ch. de la Vallée produire des rapports remarquables sur des travaux manuscrits soumis à son appréciation, soit par l'Académie, soit par la Société géologique de Belgique. Il a toujours soin de faire ressortir le mérite du travail et, s'il se permet quelques observations ou s'il donne quelques conseils, il le fait avec tellement de tact, que l'auteur ne peut nullement s'en offusquer.

Dans les travaux publiés en collaboration avec A. Renard, ce qui a rapport à la partie spécialement lithologique est surtout dû à ce dernier, quoique de la Vallée ait pris à cette étude une part des plus active ; les observations géologiques sur le terrain, la position de la roche et le gisement sont exclusivement l'œuvre de de la Vallée. Ajoutons que, surtout dans les premières années, Renard ressentit une heureuse influence de son association avec un confrère plus expérimenté que lui.



Nous nous occuperons d'abord des travaux faits en

collaboration avec A. Renard, puis de ceux qui sont propres à Ch. de la Vallée.

La Classe des sciences de l'Académie royale de Belgique avait mis la question suivante au concours, pour 1874 : *Faire connaître, notamment au point de vue de leur composition, les roches plutoniennes, ou considérées comme telles, de la Belgique et de l'Ardenne française.*

A la suite de rapports des plus favorables des trois commissaires chargés d'examiner un mémoire présenté en réponse à cette question, et sur leur proposition, la médaille d'or fut décernée aux auteurs : le professeur Ch. de la Vallée Poussin et A. Renard en décembre 1874. L'Académie décida, en même temps, que leur travail, ainsi que les planches qui l'accompagnaient, seraient imprimés dans les *Mémoires couronnés.*

A l'occasion de ce prix académique, le Recteur de l'Université de Louvain décerna à M. Ch. de la Vallée Poussin, sur la proposition de la Faculté des sciences, le grade de docteur en sciences *honoris causa.*

Ce mémoire fit époque dans la science. Plus de cent cinquante plaques minces permirent de se faire une idée plus juste de la composition des roches dites plutoniennes de la Belgique et de l'Ardenne française. Les levés et les observations relatives aux gisements et les déductions tirées appartiennent spécialement à Ch. de la Vallée.

A. Dumont avait fait connaître presque tous les gîtes ; les auteurs en découvrirent quelques-uns, et nous-même avions appelé leur attention sur la roche cristalline de Grand-Pré et sur celle de Neuville-sur-Meuse. Dumont avait donné son opinion sur le mode de formation de ces gisements, et sa description macroscopique des roches est très remarquable pour l'époque où elle fut faite.

Le mémoire en cause modifiait les appellations de Dumont dans le sens suivant : le chlorophyre de Quenast

et de Lessines fut rapportée à la diorite quartzeuse et, ultérieurement, elle devint une porphyrite; l'hypersthénite de Hozémont, au gabbro; de même, celle de Grand-Pré (Mozet); le chlorophyre schistoïde et le porphyre schistoïde d'Hennuyères, de Fauquez, des environs de Rebecq, de Marcq et du Vert-Chasseur ou Steenkuyp près Enghien, et l'albite phylladifère de Pitet, furent considérés comme des porphyroïdes.

Ces porphyroïdes sont, les uns, des roches clastiques d'origine sédimentaire, où l'action métamorphique s'est exercée de la même manière que dans les strates siluriennes du voisinage. Ils impliquent l'antériorité, dans la mer silurienne, où ils se déposèrent, de masses cristallines ayant une tout autre origine que la leur. Dans d'autres, tous ces éléments sont formés sur place : ce sont les porphyroïdes cristallins.

Les arkoses du Brabant, dont quelques-unes avaient été considérées comme éruptives ou métamorphiques, avec les cristaux arrondis et déformés qu'on y rencontre, indiquent que ce sont des roches charriées. Les auteurs du mémoire considèrent ces arkoses comme des couches sédimentaires du système silurien, dérivant probablement de roches éruptives du type dioritique, déjà émises à la même époque. Elles auraient donc un mode de formation identique à celui des porphyroïdes clastiques.

L'eurite et l'hyalophyre pailletés de Spa deviennent le porphyre quartzifère, d'origine éruptive. La diorite quartzifère de Champ-Saint-Véron est considérée comme une formation analogue à celle de la roche signalée à Lembecq, par Dumont.

Quant aux roches cristallines de l'Ardenne française, la diorite des Forges-de-la-Commune, de Dumont, devient l'amphibolite grenue de Laifour; l'albite chloritifère ou chloralbite est une amphibolite schisteuse; la diorite de

Remagne conserve son nom; l'hyalophyre de Mairus devient un porphyroïde.

Le microscope a également fait reconnaître, dans ces diverses roches, la présence de substances minérales nouvelles pour la Belgique, mais existant, pour la plupart, à l'état de cristaux infiniment petits ou microlithes.

Le mémoire analysé faisait faire un grand progrès à l'étude des roches cristallines, dont la plupart ont été étudiées avec soin. C'est la première fois que l'on appliquait à nos roches belges, la méthode, encore nouvelle, d'études des plaques minces au microscope polarisant. Si quelques conclusions théoriques, conformes à l'état de la science à cette époque, ont dû être modifiées, depuis lors, par les auteurs eux-mêmes, la description des roches telle qu'ils la donnaient en 1874 a, aujourd'hui encore, conservé toute sa valeur.

Le mémoire couronné de Ch. de la Vallée Poussin et A. Renard ne parut qu'en 1876, sous le titre : *Mémoire sur les caractères minéralogiques et stratigraphiques des roches dites plutoniennes de la Belgique et de l'Ardenne française.*

La première partie, couronnée en 1874, avait reçu, en 1876, un complément dont les parties les plus saillantes sont : la description de la roche de Grand-Pré (Mozet), que j'avais assimilée à celle de Hozémont et qu'ils considèrent comme un gabbro ; celle de l'albite phylladifère de Monstreux, qui est un porphyroïde ; celle des eurites de Grand-Manil et de Nivelles, qui conservent leur nom et celle du porphyre schistoïde de Marcq près Enghien, qui devient une eurite schistoïde.

Ch. de la Vallée et A. Renard font connaître également la composition de fragments de roches cristallines enclavées dans les poudingues de Fépin et de Burnot, et un échantillon de roche amphibolique, dont on ne connaît

pas d'analogue en Belgique, trouvé à Bousalle (Andenne), dans un poudingue analogue à celui de Fépin.

Ils s'occupent plus spécialement des *roches réputées plutoniennes des Ardennes françaises*, dont l'étude n'avait été qu'ébauchée dans le mémoire présenté en 1874.

Les roches considérées, par Dumont, comme des variétés d'hyalophyre, de diorite et d'albite, y sont dénommées porphyroïdes et amphibolites.

Ces roches et leurs gisements sont décrits avec beaucoup de soin, ainsi que les roches amphiboliques que l'on observe en différents points de la vallée de la Meuse, aux environs de Laifour, etc. ; ils les rapportent aux quatre types suivants : 1° diorite schistoïde ; 2° amphibolite granitoïde ; 3° amphibolite schisteuse ; 4° chloritoschiste amphibolique.

*
* *

Le mémoire que nous venons d'analyser servit de base à bien des travaux subséquents, dûs à l'association féconde des deux savants.

Nous voyons successivement Ch. de la Vallée publier à l'Académie, en collaboration avec A. Renard, des notes : sur des fragments de roches tourmalinifères rencontrés dans le poudingue de Bousalle; sur la diorite de Champ Saint-Véron, à Lembecq, et sur les porphyres de Bierghes.

A la Société géologique de Belgique, avec le même collaborateur, il fait paraître des notes sur l'ottrélite, sur le mode d'origine des roches cristallines de l'Ardenne française et, à la Société géologique du Nord, à Lille, une notice sommaire sur la porphyrite de Quenast.

Ch. de la Vallée Poussin et A. Renard ont publié, en 1896, dans les *Mémoires* in-8° de l'Acanémie : *Les tufs kératophyriques de la Méhaigne*, étude stratigraphique et pétrographique. Ch. de la Vallée avait déjà donné, antérieure-

ment, un travail *Sur la microstructure et la nature géologique des masses porphyriques des environs de Pitet.*

Dans le mémoire de 1896, ces roches, désignées antérieurement sous le nom de porphyroïdes, deviennent des tufs kératophyriques, dont les sept affleurements connus ne forment qu'un gisement unique. Ces masses feldspathiques sont intercalées régulièrement dans les couches siluriennes. Elles sont clastiques, d'origine sédimentaire et formées à la manière des tufs volcaniques. Leurs éléments, primitivement isolés, rappellent les produits non cohérents, cendres et poussières, des volcans actuels.

Quant à la manière dont se sont formés ces éléments, les auteurs croient que les bancs supérieurs du dépôt sont constitués de projections directes dans la mer, tandis que la masse inférieure, de beaucoup la plus importante, serait le résultat d'une sédimentation littorale d'éléments désagrégés d'un tuf kératophyrique quartzifère, provenant d'un centre éruptif peu éloigné des côtes, d'un volcan qui devait se trouver dans la région de l'Ouest ou du Sud-Ouest.



Abordons maintenant les publications faites par Ch. de la Vallée Poussin seul. Il donne à l'Académie une note sur les porphyroïdes fossilifères rencontrés dans le terrain silurien du Brabant. Il fait connaître la nature, la structure et le gisement des rhyolites anciennes, dites eurites, de Grand-Manil, puis, de celles de Nivelles et des environs. Les eurites porphyroïdes et quartzeuses de Dumont deviennent des rhyolites bréchiformes avec tufs remaniés et des rhyolites d'aspect schistoïde ; l'ensemble est éruptif et régulièrement enclavé dans les roches siluriennes, parallèlement à leur stratification.

Notre regretté confrère a également publié une note sur

des bancs de calcaire renfermant des foraminifères et des cristaux de quartz ; un travail sur le caractère intrusif de quelques roches porphyriques des Ardennes françaises, à propos d'une observation faite dans une carrière sur la route de Deville, où il avait observé un filon épais de roche porphyroïde injecté transversalement au plan des couches de quartzite, encaissantes.

En fournissant la preuve que cette disposition est originelle et qu'on ne peut invoquer des dérangements ultérieurs de terrains, il justifie, pour ce point, la théorie de von Lasaulx. Ch. de la Vallée a reconnu et décrit des faits contredisant ses vues antérieures. « De tels sentiments de con-
» science scientifique », dit M. E. Van den Broeck, « ne
» sont malheureusement pas l'apanage de tout le monde,
» alors que rien n'est plus honorable, cependant, que de
» reconnaître spontanément que l'on s'est trompé. »

Ch. de la Vallée a produit bon nombre d'articles dans les *Annales de la Société géologique de Belgique.*

Il y a fait connaître la microstructure et la nature géologique des masses porphyriques des environs de Pitet, les conditions de creusement de la vallée de la Meuse; comment ce fleuve a traversé le massif ardoisier de Rocroi, et la transformation, par dynamo-métamorphisme, des roches dioritiques de l'Ardenne française en chloritoschiste. Il a décrit les cristaux de quartz de la carrière de Nil-Saint-Vincent. Il a donné des preuves lithologiques de l'existence de roches scandinaves en Belgique. Il a signalé des nodules calcaréo-schisteux dans les schistes rouges de Pepinster et la présence de la tétraédrite dans les fissures de la diorite de Champ-Saint-Véron, à Lembecq.

Dans son compte rendu de l'excursion de la Société géologique dans le Calcaire carbonifère de la région dinantaise, et dans une note sur les relations des étages tournaisien et viséen de M. Dupont, de même que dans une note

sur la coupe de la Chapelle, à Hastière, Ch. de la Vallée a combattu les idées émises par ce géologue, relativement à sa théorie des lacunes, ainsi qu'à la disposition et à l'âge des calcaires construits.

Les recherches du savant professeur tendaient à démontrer que, contrairement aux idées de M. Dupont, il n'y a que de simples superpositions, là où ce dernier voyait des remplissages de chenaux séparant des récifs déjà construits. C'est cette manière de voir qui a été adoptée par MM. G. Dewalque, M. Lohest, H. de Dorlodot et X. Stainier, ainsi que dans la légende de la Carte géologique de la Belgique.

Nous le voyons également publier des notices géologiques se rapportant au Dévonien, au Crétacé et au Tertiaire.

***

Mais la spécialisation géologique n'empêcha pas Ch. de la Vallée de s'occuper d'autres parties des sciences, de faire des résumés concis et substantiels sur des questions scientifiques d'actualité : Paléontologie et Darwinisme ; J. Barrande et sa carrière scientifique; Les excavations naturelles du Colorado ; James Hutton et la géologie de notre temps; Le viviparisme et la question des générations spontanées ; Les recherches récentes sur l'homme fossile ; Les explorations scientifiques à l'ouest des Etats-Unis, etc.

M. le professeur L. Henry a parfaitement analysé une lecture faite à la Société scientifique de Bruxelles : *De la certitude en géologie*. « C'est une œuvre parfaite de bon » sens et de sagesse. Quoique ancienne déjà, elle est d'une » actualité toujours présente, et les naturalistes aussi bien » que les métaphysiciens et les apologistes peuvent y » trouver les plus utiles leçons. Il la faudrait citer presque » tout entière, tant elle abonde en aperçus profonds, écla-

» tants de lumière et de vérité. Mais je dois me borner » à quelques lignes et je choisirai celles où il expose avec » tant de lucidité la différence des procédés et des habi- » tudes intellectuelles des esprits, suivant les genres » d'études divers auxquels ils sont accoutumés.

» Celui qui se replie en soi-même, dit-il, pour découvrir » les rapports nécessaires de ses idées, n'opère pas comme » celui qui ramène toute son attention sur les objets exté- » rieurs afin d'en épier de son mieux les manifestations » variées et d'y lire, s'il se peut, la loi qui les régit. L'un » et l'autre exercent au fond les mêmes facultés intellec- » tuelles : mais les conditions sont tout autres. Car l'assen- » timent interne qu'accorde la raison à une proposition » vraie ne ressemble pas à la conviction qui naît de la vue » des faits. Les faits naturels ont leur langage qu'on ne » comprend bien qu'en leur présence ; ils ont leurs rela- » tions mutuelles et leur enchaînement nécessaire qu'on » saisit d'une manière immédiate et qui seulement alors » emportent une pleine assurance. La vue des choses ne se » remplace jamais. On conçoit que les grands naturalistes » aient tant recommandé la pratique de l'observation » comme la voie unique, laborieuse il est vrai, mais sûre, » pour arriver à voir clair dans le domaine du monde » extérieur. Aussi l'esprit humain, selon les cas, parvient » à l'entière certitude par des voies si diverses, que les » esprits spéculatifs sont rarement bons observateurs, et » que des observateurs très sensés sont souvent de pauvres » métaphysiciens. Aussi arrive-t-il que l'intelligence, » comme systématisée par l'habitude des mêmes opéra- » tions, devient moins apte à percevoir les vérités d'un » autre ordre. Telle est l'indigence humaine.

» Ne croirait-on pas », ajoute judicieusement M. Henry, » entendre Descartes dans son *Discours de la méthode ?* »

Ch. de la Vallée analyse l'œuvre de Joachim Barrande,

l'éminent ingénieur des ponts et chaussées qui, après avoir été le précepteur du comte de Chambord, à Prague, se fixa en Bohême, où il fit l'étude stratigraphique et surtout paléontologique du Silurien de ce pays.

Dans son magistral *Système silurien du centre de la Bohême*, en vingt-deux volumes in 4°, renfermant six mille pages de texte et mille cent soixante planches, J. Barrande a décrit trois mille cinq cent soixante espèces, se rapportant aux poissons, aux crustacés, aux acéphales, aux brachiopodes et à une partie des graptolithes. Il reste environ quatorze cents espèces appartenant aux échinodermes, bryozoaires et polypiers, dont les manuscrits des descriptions et figures ont déjà été préparés par l'auteur. Il est à remarquer que, en 1840, lorsque Barrande commença ses recherches, on connaissait en tout vingt-deux espèces décrites pour la Bohême.

A propos de l'exposé de Ch. de la Vallée sur les *Explorations géologiques à l'ouest des Etats-Unis* et de son étude *Sur les excavations naturelles du Colorado*, M. E. Van den Broeck dit : « Ce sont les rapports officiels de Hayden, » alors chef du Service géologique, qui inspirèrent à » M. de la Vallée son merveilleux tableau de cette région » incomparable, constituée par l'Ouest américain, et il » vivifie ses descriptions aussi bien d'une poésie intense » que d'un intérêt scientifique extraordinaire, au point » que celui qui, comme moi, a eu l'heureuse chance de » parcourir ces régions merveilleuses, se surprend à ne » pas concevoir comment M. de la Vallée a pu faire un » exposé si parfait sans avoir ressenti par lui-même les » impressions que décrit si bien son œuvre. Cela est » surtout vrai pour la région des Cañons et particulièrement du Gardiner, du Colarado, du parc de la Yellowstone. »

Dans son article sur James Hutton, le chef de l'école

plutonienne, il fait observer que, dès 1788, ce savant étonnant eut des idées géniales, en avance de près d'un siècle sur les lois et phénomènes de la géographie physique et de la géographie rationnelle, attachant peut-être une trop grande importance à l'action de la chaleur, mais voyant juste dans le mécanisme de l'ablation des reliefs terrestres, dans la question du creusement des cours d'eau, dans l'entraînement par ruissellement et sédimentation fluviale, etc.

Il a fait deux lectures très remarquables à deux séances publiques de la Classe des sciences : *La géographie physique et la géologie*, en décembre 1886, et *Sur les causes générales des mouvements orogéniques*, en 1888.



Sa brillante éducation littéraire aurait pu le porter à tout autre chose qu'à l'étude des sciences minérales ; aussi n'est-il pas étonnant qu'en outre des nombreuses publications sur les sciences minérales dont nous donnons la liste dans la note bibliographique, il ait écrit, avec une rare élégance, un grand nombre d'articles et de comptes rendus critiques, littéraires ou scientifiques, dans la revue *La Belgique*, 1858-1860, dans le *Journal de Bruxelles*, 1860-1861, dans la *Revue catholique*, 1859-1875, dans la *Revue des Questions scientifiques*, 1877-1885, etc.



Le Gouvernement voulant reconnaître les services qu'il avait rendus à la science et à l'enseignement, l'avait nommé chevalier de l'Ordre de Léopold en 1888, et promu officier en 1897.

LISTE DES PUBLICATIONS

DE

CHARLES DE LA VALLÉE POUSSIN

PUBLICATIONS DE L'ACADÉMIE ROYALE DE BELGIQUE.

Mémoires.

Mémoires sur les caractères minéralogiques et stratigraphiques des roches dites plutoniennes de la Belgique et de l'Ardenne française, en collaboration avec A. Renard. Mémoire couronné, 1876. (*Mém. cour. et des sav. étr.*, in 4°, t. XL.)

Les tufs kératophyriques de la Méhaigne (étude stratigraphique et pétrographique), en collaboration avec A. Renard. (*Mém. cour. de l'Acad.*, in-8°). Bruxelles, 1896; avec une carte géologique et 2 planches.

Bulletin (2e série).

Note sur des fragments de roches tourmalinifères (luxulianite), rencontrés dans le poudingue de Bousalle, en collaboration avec A. Renard. (t. XLIII, p. 359.)

Notice sur la diorite quartzifère du champ Saint-Véron (Lembecq), en collaboration avec A. Renard. (t. XLVIII, p. 128.)

(3e série.)

Note sur des porphyroïdes fossilifères rencontrées dans le terrain silurien du Brabant. (t. I, p. 901.)

Note sur les porphyres de Bierghes, en collaboration avec A. Renard. (t. IX, p. 254.)

Les anciennes rhyolites dites eurites de Grand-Manil. (t. X, p. 253.)

Les eurites quartzeuses (rhyolites anciennes) de Nivelles et des environs. (t. XIII, p. 498.)

Rapport sur la note de M. W. PRINZ intitulée : Sur des cristaux d'oligiste formés sur d'anciennes armes de fer. (t. XIII, p. 703.)

Rapport sur le travail de A. RENARD et M.-C. KLÉMENT intitulé : Sur la nature minérale des silex de la craie de Nouvelles, et contribution à l'étude de leur formation. (t. XIV, p. 695.)

Sur les bancs de calcaire carbonifère renfermant des foraminifères et des cristaux de quartz. (t. XV, p. 368.)

La cause générale des mouvements orogéniques. (t. XVI, p. 718.)

Rapports sur les notes de M. A. FRANCK : Sur la monazite de Nil-Saint-Vincent et sur l'albite de Revin. (t. XXI, pp. 8 et 528.)

Rapport sur le travail de M. G. CESARO : Sur les cas dans lesquels deux formes hémiédriques conjuguées ne sont pas superposables. (t. XXII, p. 198.)

Rapport sur la note de G. VINCENT et J. COUTURIEAUX : Sur les terrains éocènes entre la Dyle et le chemin de fer de Bruxelles à Nivelles. (t. XXII, p. 439.)

Rapport suur la communication de M. A. FRANCK : Note cristallographique sur l'axinite de Quenast. (t. XXIV, p. 532.)

Rapport sur le premier mémoire de M. G. CESARO : Des polyèdres qui peuvent occuper dans l'espace plusieurs positions identiques en apparence. (t. XXV, p. 78.)

Rapport sur la méthode de M. G. CESARO pour mesurer le retard des minéraux en lames minces. (t. XXVI, p. 177.)

Rapport sur un travail de M. G. CESARO : Formation de l'opale noble par l'action de l'acide hydrofluosilicique sur le verre. (t. XXVI, p. 707.)

Rapport sur un travail de V. Witmeur : Sur l'unité de dessein dans les lois qui régissent l'entité chimique et l'entité physique de la matière inorganique à l'état solide. (t. XXVII, p. 359.)

Rapport sur un travail de M. G. Cesaro : Sur une méthode simple pour chercher la variation de l'angle d'extinction dans les différentes faces d'une même zone. Application à la zone verticale de l'axinite. (t. XXVIII, p. 131.)

Rapport sur un travail de M. G. Cesaro : Sur une nouvelle forme de la chalcopyrite. (t. XXVIII, p. 134.)

Rapport sur une note de M. G. Cesaro intitulée : Sur la notation à assigner à certaines formes à indices compliqués dans le gypse. (t. XXIX, p. 326.)

Rapport sur une note de M. Stöber : Sur les cristaux d'épidote de Quenast et de barytine de Fleurus. (t. XXIX, p. 331.)

Caractère intrusif de quelques roches porphyriques des Ardennes françaises. (t. XXIX, p. 605.)

Rapport sur le mémoire de M. G. Cesaro : Sur l'emploi du calcul des probabilités en pétrographie. (t. XXIX, p. 799.)

Rapport sur une note de M. Stöber : Sur la détermination de l'indice de réfraction. (t. XXIX, p. 453.)

Rapport sur un mémoire en réponse à la question suivante posée par la Classe des sciences de l'Académie royale de Belgique : On demande la description des minéraux phosphatés, sulfatés et carbonatés du sol belge. On ajoutera l'indication des gisements et celle des localités. (t. XXXII, p. 771.)

La géographie physique et la géologie. (t. XXXII, p. 925.)

Rapport sur le travail de M. J. De Windt : Établir les relations qui existent au point de vue lithologique entre les roches considérées comme cambriennes des massifs de Rocroi, du Brabant et de Stavelot. (t. XXXIV, p. 275.)

Rapport sur le travail de M. Vanhove : La description cristallographique des quartz de Quenast. (t. XXXIX, p. 495.)

Rapport sur un mémoire de M. G. Cesaro : Sur la résolution graphique des cristaux. (t. XL, p. 362.)

Biographie nationale.

Notice sur van Deyn.

ANNALES DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE BELGIQUE.

Observations sur la note de M. A. Rutot intitulée : Sur l'extension de *Lamma elegans*, Ag. à travers les terrains crétacé et tertiaire. (t. II, p. LVI.)

Sur la microstructure et la nature géologique des masses porphyriques des environs de Pitet. (t. II, p. CXXX.)

Les conditions de l'excavation de la vallée de la Meuse. (t. III, p. LV.)

Phyllade chloritifère du Brabant, avec empreintes d'origine douteuse. (t. III, p. LXIX.)

Note sur les cristaux de quartz de la carrière de Nil-Saint-Vincent. (t. III, p. 53.)

Cailloux impressionnés, provenant du conglomérat tertiaire du Rigi. (t. IV, p. CXVI.)

Sur la diorite du champ Saint-Véron à Lembecq, et la présence de la tétraédrite dans les fissures de cette roche. (t. V, p. XCVIII.)

Découverte de nodules calcaréo-schisteux dans les schistes rouges de Pepinster. (t. V, p. XCIX.)

Note sur l'ottrélite, en collaboration avec A. Renard. (t. VI, p. 51.)

Sur les preuves lithologiques de l'existence de roches scandinaves en Belgique. (t. XI, p. LIX.)

Sur le Landénien supérieur. (t. XI, p. CIV.)

Sur les progrès accomplis dans l'étude microscopique des roches éruptives et revendication de priorité (t. XI, p. CXLVII.)

Note sur le mode d'origine des roches cristallines de l'Ardenne française, en collaboration avec A. RENARD. (t. XII, *Mém.*, p. 11.)

Sur un caillou de roche des sables pliocènes d'Anvers. (t. XII, *Bull.*, p. 66.)

Comment la Meuse a pu traverser le terrain ardoisier de Rocroy. (t. XII, *Bull.*, p. 151.)

Observations sur les recherches récentes pratiquées par MM. A. RUTOT et E. VAN DEN BROECK dans le tufeau de Ciply. (t. XIII, p. XLVII.)

Observations sur une note de A. BRIART traitant des amygdaloïdes des *Schalstein*. (t. XV, p. CXXXIX.)

Rapport sur le mémoire de A. BRIART relatif aux dépôts gypseux et gypso-salifériens d'Espagne. (t. XVI, p. XXII.)

Compte rendu de la session extraordinaire de la Société géologique de Belgique tenue à Dinant les 1er, 2, 3 et 4 septembre 1888. (t. XVI, p. CIII.)

Note sur les relations des étages tournaisien et viséen de M. É. DUPONT avec son étage waulsortien. (t. XVIII, p. 3.)

Rapport sur les Contributions à l'étude du Frasnien, par M. X. STAINIER. (t. XIX, *Mém.*, p. 107.)

Coupe de la Chapelle, à Hastière. (t. XIX, *Mém.*, p. 309.)

Extension du Givétien au sud de Rochefort. (t. XX, p. LIV.)

Discours sur les travaux scientifiques de M. G. DEWALQUE, prononcé à l'occasion de la promotion de ce savant comme commandeur de l'Ordre de Léopold. (t. XX, p. LXXXI.)

Observations sur l'extension verticale de *Cardiola retrostriata*, v. Buch. (t. XXI, p. XXVII.)

Observations sur la série de Bure aux environs d'Esneux. (t. XXV, *Mém.*, p. 9.)

La grauwacke. (t. XXV, p. CXXXIV)
Rectifications à mes observations sur la série de Bure aux environs d'Esneux. (t. XXVI, p. LIII)

ANNALES DE LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES.

Note sur une section de terrain dévonien mise à jour à la nouvelle route d'Haillot. (t. I.)
Note sur quelques roches à empreintes organiques rencontrées dans le terrain dévonien inférieur du Condroz. (t. II.)
Note sur les terrains des environs de Fauquemont. (t. VIII.)
Note sur les couches à *Acervularia*. (t. IX.)
Sur un galet de granite trouvé à Wépion. (t. X.)
Transformation par dynamométamorphisme des roches dioritiques de l'Ardenne française en chloritoschistes. (t. XII, p. 77.)
Sur les calcaires carbonifères de la région dinantaise. (t. XV, p. 16.)
Sur le mode d'origine et l'âge des porphyroïdes de Rognon-Fauquez. (t. XVIII, p. 26.)

REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES.

Paléontologie et Darwinisme. (t. I.)
De la certitude en géologie. (t. V.)
J. BARRANDE et sa carrière scientifique. (t. XVI.)
Les excavations naturelles du Colorado. (t. XIX, p. 1.)
Abrégé de géologie et Précis de minéralogie par M. DE LAPPARENT. (t. XX, p. 193, et t. XXV, p. 239.)
Erdprofil der Zone von 31° bis 65° N. Br. im Maasverhältnisse 1 : 1 Million, von FERDINAND LING. (t. XXIII, p. 217.)

Les formes du terrain, par MM. DE LA NOË et DE MARGERIE. (t. XXIV, p. 571.)
La statique océanographique, par M. THOULET. (t. XXIX, p. 643.)
JAMES HUTTON et la géologie de notre temps. (t. XXX, p. 194.)
Le cours élémentaire de géologie stratigraphique de M. VÉLAIN. (t. XXXI, p. 235.)
La troisième édition du Traité de géologie, par M DE LAPPARENT. (t. XXXIII, p. 248, et t. XXXV, p. 237.)
Notions générales sur l'écorce terrestre, par A. DE LAPPARENT. (2e série, t. XIII.)
La face de la terre (Das Antlitz der Erde), par ED. SUESS, traduit de l'allemand par EMM. DE MARGERIE. (2e série, t. XIII et XVIII.)
Leçons de géographie physique, par A. DE LAPPARENT. (2e série, t. XIV et XVIII.)
The principles of stratigraphical geology, by J.-E. MARR. (2e série, t. XV.)
Cours de minéralogie, par A. DE LAPPARENT, 3e édition. (2e série, t. XV.)
Treatise of cristallography, by W.-J. LEWIS. (2e série, t. XVII.)
Traité de géologie, par A. DE LAPPARENT, 4e éd. (2e série, t. XVII et XVIII.)

LA BELGIQUE, REVUE MENSUELLE, BELGE ET ÉTRANGÈRE.

Les manieurs d'argent, par M. OSCAR DE VALLÉE. (t. V, 1858.)
M. de Chateaubriand. La tribune moderne. Chateaubriand et son influence, par M. de VILLEMAIN. (t. VI, 1858.)
Chateaubriand et son temps, par le comte MARCELLUS. (t. VII, 1859.)

Les helminthes et la génération spontanée. Mémoire sur les vers intestinaux, par P.-J. Van Beneden. (t. VII, 1859.)

Quelques découvertes en Afrique. (t. VIII, 1859.)

Une page de l'histoire du fer en Belgique. (t. VIII, 1859.)

Le percement de l'isthme de Suez. (t. IX, 1860.)

Deux apologies chrétiennes. (t. X, 1860.)

Un essai de religion au XIXe siècle. (t. X, 1860.)

Les derniers ouvrages inédits de Descartes et de Leibniz. (t. XI, 1861.)

AUTRES RECUEILS.

Discours sur la vie et les travaux de P.-J. Van Beneden, prononcé à l'occasion de son cinquantenaire comme professeur à l'Université de Louvain.

Ueber die Feldspath-und Hornblendegesteine der französischen Ardennen, en collaboration avec A. Renard. (*Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft*, Bd. XXVIII.)

Le viviparisme et la question des générations spontanées. (*Revue catholique de Louvain*, t. XX.)

Les recherches récentes sur l'homme fossile. (*Ibid.*, t. XXX et XXXI.)

Les explorations géologiques à l'ouest des États-Unis. (*Ibid.*, t. XXXIII et XXXIV.)

La cristallographie. (*Revue néoscolastique*, t. I, p. 3 2, t. II, pp. 139 et 257.)

Rapport sur les travaux présentés à la Commission de la Carte géologique de la Belgique par M le baron O. van Ertborn, avec la collaboration de M. Paul Cogels, en exécution de la convention du 24 décembre 1879, et comprenant le levé géologique de la planchette de Lubbeek. (*Commission de la Carte géologique de Belgique.*) Bruxelles, 1881.

Rapport sur le levé de la planchette de Kermpt (Bolderberg), présenté à la Commission géologique de la Belgique, par M. le baron O. van Ertborn, avec la collaboration de M. P. Cogels. *(Ibid.)* Bruxelles, 1881.

Rapport sur le mémoire de M. G.-F. Matthew concernant le développement des trilobites. (*Ann. de la Soc. malacologique de Belgique*, t. XXIII.) Bruxelles, 1880.

Observations relatives aux couches laekéniennes et lédiennes. (*Ibid.*, t. XXVI.)

Cristaux de quartz dans le Calcaire carbonifère. (*Ann. de la Soc. géologique du Nord*, t. XXV, p. 161.) Lille, 1888.

Notice sommaire sur la porphyrite de Quenast, en collaboration avec A. Renard. (*Ibid.*, t. XXVIII, p. 131.) Lille, 1889.

Les eurites ou rhyolites anciennes de Piroy, en collaboration avec A. Renard. (*Commission de la Carte géologique de Belgique.*)

Séance ordinaire du 20 mars 1904.

M. M. Lohest, *président au fauteuil.*

La séance est ouverte à dix heures et demie.

Le procès-verbal de la séance ordinaire du 21 février 1904 est approuvé, avec quelques modifications aux pages B 89 et 90, demandées par le secrétaire général.

M. le président proclame membres effectifs MM.

Dewez (Léon), ingénieur des mines, à Herve, présenté par MM. R. d'Andrimont et M. Lohest et

Lambert (Paul), administrateur de Sociétés minières, 11, place de la Liberté, à Bruxelles, présenté par MM. H. Forir et M. Lohest.

Il annonce une présentation.

M. le président fait part à la Société du décès de F. Fouqué, membre honoraire de notre compagnie, bien connu pour ses remarquables travaux de pétrographie. *(Condoléances.)*

Pli cacheté. — Le secrétaire général donne lecture d'une lettre personnelle qui lui a été adressée par M. H. Buttgenbach, actuellement en voyage d'exploration dans le sud de l'Afrique. Ce confrère demande l'acceptation, par la Société, d'un pli cacheté portant la suscription : « Pli » remis en dépôt à la Société géologique de Belgique. » Après un an de dépôt, ce pli pourra être ouvert en » séance publique de la Société. Lac Moéro, le 1er janvier » 1904. H. Buttgenbach. »

La Société acceptant le dépôt de ce pli, celui-ci est contresigné par le président et le secrétaire général et confié à ce dernier.

Correspondance. — M. le professeur G. Dewalque a fait parvenir la lettre suivante :

Liége, le 19 mars 1904.

Monsieur le président, cher confrère,

Je crois utile de rappeler à la Société la question des tremblements de terre.

Au mois de janvier 1879, sur ma proposition, la Société s'est adressée à M. le ministre des travaux publics, le priant de donner les instructions nécessaires aux fonctionnaires de son département qui sont à même de s'occuper de ces observations. Notre demande fut agréée, mais d'une manière incomplète. Nous avions demandé que l'heure fut contrôlée immédiatement à l'observatoire de Bruxelles ; M. le ministre, considérant que l'heure est donnée chaque matin à toutes les stations du pays, trouva ce contrôle superflu.

Bientôt le tremblement de terre du 18 octobre 1881 démontra combien ce contrôle était nécessaire : il fut reconnu que les bureaux télégraphiques avaient donné l'heure à *quelques minutes* près. La Société insista de nouveau, mais elle n'obtint qu'une satisfaction partielle.

Depuis lors, il s'est écoulé vingt-deux années tranquilles pendant lesquelles les instructions dont il s'agit ont pu être oubliées. J'estime que la Société ferait chose utile en priant M. le ministre des chemins de fer, postes et télégraphes de bien vouloir les renouveler en les complétant. La chose est d'autant plus importante, que ce genre d'observation a pris plus de développement, surtout à l'étranger.

Agréez, Monsieur le président et cher confrère, l'expression de mes meilleurs sentiments.

G. Dewalque.

Plusieurs membres croyant savoir que des modifications ont été apportées récemment dans la transmission de

l'heure aux bureaux télégraphiques, le secrétaire général est chargé de prendre des informations à cet égard ; la décision de la Société sera prise lorsque ces renseignements officiels seront connus.

Ouvrages offerts. — Les publications reçues depuis la dernière séance sont déposées sur le bureau. Des remerciements sont votés aux donateurs.

DONS D'AUTEURS.

P. De Heen. — Note sur les modes d'imprégnation des roches. (*Bull. Acad. roy. de Belgique, Classe des sciences*, n° 1, p. 63-65.) Bruxelles, 1904.

Persifor Frazer. — Catalogue chronologique des publications de Edward-Drinker Cope. (*Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. XXIX, *Bibl.*) Liége, 1902.

E. Harzé. — Richesses minières domaniales en perspective. (*Ibid.*, t. XXIX, *Mém.*) Liége, 1902.

— Considérations géométriques sur le bassin houiller du nord de la Belgique. (*Ibid.*, t. XXXI, *Mém.*) Liége, 1903.

M. Mourlon. — Encore un mot sur les travaux du service géologique de Belgique. Bruxelles, 1904.

L. van Werveke. — Wie die Umgebung von Gebweiler entstanden ist. (*Mitth. der Philom. Gesellschaft in Elsass-Lothringen*, Bd. III.) Strassbourg, 1903.

— Die Entstehung der lothringischen Weiher. (*Ibid.*, Bd. III.) Strassbourg, 1903.

R. Zeiller et P. Fliche. — Découverte de *Sequoia* et de pin dans le Portlandien de Boulogne-sur-Mer. (*C. rendus Acad. d. Sciences*, t. CXXXVII, p. 1020.) Paris, 1903.

Communications. — M. **R. d'Andrimont**, s'appuyant plus spécialement sur les récentes et remarquables expériences de M. le professeur **P. De Heen**, fait une communication sur *L'alimentation des nappes aquifères*. L'insertion de ce travail dans les *Mémoires* est ordonnée, conformément aux conclusions des rapporteurs, MM. Ad. Firket, P. Questienne et H. Forir.

M. **P. Questienne** a trouvé, dans une publication assez peu répandue, une note très intéressante et déjà ancienne sur le même sujet. Il en fournira un résumé qui sera joint, comme annexe, au travail précédent.

*
* *

M. **M. Lohest** présente un *Tronc d'arbre*, d'environ 0^m30 de diamètre, trouvé dans une bacnure, à 2^m50 sous la couche Petite-Vigne, au siège n° I *du charbonnage de Gosson-Lagasse*. On y remarque encore des restes d'écorce transformée en houille brillante. Une particularité remarquable que présente ce tronc est la présence, à l'intérieur, de couches de schiste dont les joints de stratification sont sensiblement perpendiculaires au tronc et sont remplis d'empreintes de feuilles de fougères.

L'explication de cette disposition est simple. Le tissu médullaire, spongieux, de l'arbre considéré, s'est rapidement décomposé et a été remplacé par les sédiments meubles qui se déposaient par dessus. La disposition des joints de stratification du schiste indique que le tronc était debout pendant son remplissage, ce qui paraît plus favorable à l'idée d'une formation sur place des couches de houille, qu'à celle du transport des végétaux qui leur ont donné naissance.

*
* *

M. **M. Lohest** présente également un échantillon de *Soufre* en partie cristallisé, découvert par un de ses

élèves, M. Gouttier, *sur le terris* en combustion *du charbonnage de Wérister*. Ce minéral a déjà été signalé, à plusieurs reprises, dans des conditions analogues.

*
* *

M. **M. Lohest** montre, également de la part de M. Gouttier, un *Minéral fibreux*, blanc, tendre, tapissant les parois de géodes cubiques, *dans un caillou de quartzite révinien*, soit que ces géodes soient vides, soit qu'elles contiennent de la limonite cubique, épigène de pyrite. Dans ce dernier cas, on remarque que la substance fibreuse est interposée entre la limonite et les parois de la géode.

Un fait intéressant à mentionner, c'est que l'épaisseur de ce minéral indéterminé est toujours plus grande sur quatre des faces du cube que sur les deux autres, perpendiculaires aux premières. M. L. de Dorlodot a bien voulu se charger de l'étude de ce minéral.

M. **P. Questienne** fait la communication suivante :

Un nouveau gîte de sable à Ougrée,

PAR

PAUL QUESTIENNE.

Dans une visite que j'ai faite à Ougrée, au sujet des projets relatifs à la distribution d'eau, j'ai appris qu'on a ouvert une carrière de sable dans le bois Saint-Jean, tout près de la lisière nord, à peu de distance du cimetière des Grands-Communaux (courbe de niveau 180 de la carte topographique militaire). J'ai été la voir, et j'ai constaté que le sable a une épaisseur de plusieurs mètres. Il semble stratifié, les couches claires étant séparées par des lits minces, couleur de limon. Le sable devient à peu près blanc vers le bas.

Au-dessus du sable, le sol est formé par du terrain détritique sur une faible épaisseur ; ce détritique, comme c'est ordinairement le cas dans la région, paraît provenir de la décomposition de roches rouges ou violettes, identiques à celles sur lesquelles le sable repose.

Ce dépôt de sable n'est pas renseigné sur la carte géologique ; la carrière se trouve à près de 800 mètres du bord nord du Tongrien (?) figuré. Je suppose qu'il s'étend sur toute la crête de l'éperon compris entre les ruisseaux de Cornillon et de Lambiet-Moulin.

*
* *

M. le professeur **P. De Heen** invite les membres présents à assister, au Laboratoire de physique de l'Université, à la répétition des expériences sur la perméabilité des terrains, dont il a fait part à l'Académie de Belgique, et que vient de rappeler M. d'Andrimont.

Cette invitation est acceptée avec empressement par tous les membres présents, à chacun desquels le savant professeur remet un tiré à part de son travail.

Les expériences d'une remarquable simplicité, décrites par M. De Heen, réussissent toutes sans contestation possible.

M. le président se fait l'interprète de ses confrères pour exprimer à M. De Heen la gratitude de la Société et ses félicitations pour le progrès considérable que ces expériences font faire à la question, encore si obscure, de l'alimentation des nappes aquifères (*Applaudissements*).

La séance est levée à 12 $^1/_2$ heures.

Séance ordinaire du 17 avril 1904.

M. M. Lohest, *président, au fauteuil.*

La séance est ouverte à dix heures et demie.

Le procès-verbal de la séance ordinaire du 20 mars 1904 est approuvé.

M. le président proclame membre effectif M.
Kraentzel (Fernand), étudiant en géographie, 55, Montagne Ste-Walburge, à Liége, présenté par MM. M. Lohest et P. Fourmarier.

Il annonce deux présentations de membres effectifs.

Correspondance. — M. G. Lecointe, directeur scientifique de l'Observatoire de Bruxelles, a fait parvenir la réponse suivante à la demande qui lui a été adressée par le secrétaire général.

Uccle, le 26 mars 1904.

Monsieur,

Comme suite à votre lettre du 22 mars 1904, j'ai l'honneur de porter à votre connaissance que je fais envoyer l'heure de précision tous les jours au bureau central des Télégraphes, à Bruxelles, et que cette heure est ensuite transmise, par ce bureau, sans aucun contrôle de ma part, aux autres stations télégraphiques de Belgique. Je n'ai demandé aucun renseignement sismologique à l'Administration des Chemins de fer, postes et télégraphes.

Recevez, Monsieur, je vous prie, les assurances de ma considération très distinguée.

Le directeur scientifique,
G. Lecointe.

L'assemblée, répondant au désir exprimé par M. le professeur G. Dewalque, à la dernière séance, charge le secré-

taire général de demander à M. le Ministre des Chemins de fer, postes et télégraphes, de vouloir bien donner à son personnel, des instructions en vue de l'enregistrement de l'heure *exacte* à laquelle se produiraient des secouses de tremblement de terre.

La Société des sciences, des arts et des lettres du Hainaut a fait parvenir le programme de ses concours pour 1904. Les deux questions suivantes se rapportent à la géologie :

1° On demande une étude, basée sur des analyses nouvelles effectuées d'après une méthode uniforme, sur les relations existant entre la composition des houilles du bassin du Hainaut et leur mode de gisement. On recherchera, en particulier, les variations que subit cette composition dans le sens de la succession stratigraphique, dans le sens de la direction, et dans celui de l'inclinaison, ainsi que suivant la profondeur et suivant la position des couches en plateure ou en dressant.

2° On demande une étude sur la faille du Centre et les failles connexes dans le Couchant de Mons et la partie occidentale du bassin du Centre.

En outre, la Société récompensera le meilleur travail inédit qui lui sera présenté, se rattachant à un certain nombre de catégories de sciences, parmi lesquelles figurent la minéralogie et la géologie.

Pour plus de renseignements, s'adresser à M. Williquet, greffier provincial, secrétaire général de la Société, 22, avenue d'Havré, à Mons.

Ouvrages offerts. — Les publications reçues depuis la dernière séance sont déposées sur le bureau. Des remerciements sont votés aux donateurs.

Dons d'auteurs.

J. Cornet. — Premières notions de géologie. (*Mém. et public. de la Soc. des Sciences, des Arts et des Lettres du Hainaut*, 6ᵉ sér., t. V.) Mons, 1903.

A. Jorissen. — Une réaction sensible du titane. — Présence de composés titaniques dans le terrain houiller de Liége. (*Bull. Acad. roy. de Belg. Classe des sciences*, nᵒˢ 9-10, pp. 902-907.) Bruxelles, 1903.

A. Karpinsky. — Ueber die eocambrische Cephalopodengattung *Volborthella*, Schmidt. (*Verh. der Russisch-kaiserlichen minerologischen Gesells.*, Bd. XLI, Lief. 1.) St-Petersbourg, 1903.

— Ueber ein merkwürdiges Groruditgestein aus dem transbaikal Gebiete. (*Ibid.*, Bd. XLI, Lief. 1.) St-Petersbourg, 1904.

V. Uhlig. — Uber die Klippen der Karpaten. Vienne, 1904.

J.-H.-L. Vogt. — Die regional-metamorphosirten Eisenerzlager in nördlichen Norwegen (Dunderlandsthal, u. s. w.) Christiania, 1903.

— Ueber den Export von Schwefelkies und Eisenerzaus norwegischen Häfen. (*Zeitschrift für Elektrochimie*, Nr. 43.) Halle-a.-S., 1903.

— Die Theorie der Silikatschmelzlösungen. (*Ibid.*, Nr. 43.) Halle-a.-S., 1903.

— Die Silikatschmelzlösungen mit besondere Rücksicht auf die Mineralbildung und die Schmelzpunkt-Erniedrigung. I. Ueber die Mineralbildung in Silikatschmelzlösungen. (*Videnskabs-Selskapets Skrifter. Math.-Naturv.-Klasse*, 1903, Nr. 8.) Christiania, 1903.

M. Ad. Firket attire l'attention sur les intéressantes publications offertes par M. J.-H.-L. Vogt.

Publications. — Conformément aux propositions du Conseil, la Société décide la publication de *Mémoires* in-4°, sans date fixe, réservés aux travaux de paléontologie descriptive, ainsi qu'aux autres communications nécessitant ce format.

Le tome XXVbis, publié à l'occasion du vingt-cinquième anniversaire de la Société, constituera le premier volume de cette série.

Communications. — M. **J. Smeysters** donne connaissance des deux travaux suivants, dont l'assemblée ordonne l'insertion dans les *Mémoires*, conformément aux conclusions des rapporteurs, MM. M. Lohest, Ad. Firket et J. Libert ; les trois planches accompagnant ces travaux seront également publiées. *Découverte de filons de galène dans le terrain houiller productif de Charleroi. – Notice sur quelques puits naturels du terrain houiller de Charleroi.*

Une discussion assez longue sur l'origine des puits naturels suit l'exposé du dernier de ces travaux.

M. le président félicite M. Smeysters d'avoir apporté, dans sa communication, des documents précis, dont l'étude contribuera certainement à la résolution du problème, encore très obscur, du mode de formation des puits naturels.

M. **R. d'Andrimont** donne lecture d'une *Note sur les causes et l'intensité du jaillissement d'eau que donnent les nappes captives, lorsqu'elles sont atteintes par un forage dit « artésien »*. L'impression de cette note dans les *Mémoires*, à la suite des précédentes communications du même auteur, est ordonnée, conformément aux conclusions des rapporteurs, MM. Ad. Firket, P. Questienne et H. Forir.

M. **L. de Dorlodot** fait une communication dont il a fait parvenir la rédaction suivante.

Découverte de disthène dans un caillou roulé de quartzite révinien, provenant de la plaine des Aguesses, à Liége,

PAR

L. DE DORLODOT.

Le minéral blanc, fibreux, qui entoure les cubes de pyrite du caillou roulé de quarzite révinien, présenté à la dernière séance par M. M. Lohest (1), s'est montré infusible au chalumeau et inattaquable aux acides ; sa dureté est voisine de 5 (?).

L'examen au microscope de petits fragments aplatis montre :

1) qu'il y a extinction à environ 30° de la direction d'allongement;

2) que c'est le plan des axes optiques qui est ainsi dirigé ;

3) que c'est le petit axe qui se trouve suivant la trace du plan des axes optiques;

4) que la biréfringence est voisine de 7.

Ce minéral, finement broyé et chauffé sur une lame de platine, en présence de carbonate sodique et de nitrate de cobalt, donne la coloration bleue, caractéristique pour l'aluminium.

Remarquons, de plus, que ce minéral résiste fort bien aux agents atmosphériques et que c'est tout au plus si l'altération a accentué son caractère fibreux.

Ces observations (2) permettent de déterminer le minéral comme étant du disthène $Al_2 Si O_5$.

(1) *Annales Soc. géol. de Bel.*, t. XXXI, p. B 129.

(2) Il y a exception pour l'observation n° 3, cependant. D'après M. Michel Lévy, c'est le grand axe que l'on devrait observer dans cette direction.

Observations sur la répartition du minéral. — Les cubes de pyrite semblent distribués sans ordre dans la masse, mais le minéral blanc accentue toujours l'allongement du cube dans une direction unique. Le cristal de pyrite est toujours légèrement déformé.

La cristallisation du minéral blanc doit s'être produite autour des cubes de cette substance et postérieurement à leur segrégation. Il s'est, en effet, orienté, ainsi que cela s'observe souvent lorsque des espèces différentes cristallisent dans le voisinage l'une de l'autre, parallèlement à certains éléments de symétrie de la pyrite ; c'est ce qui explique les apparences pennées qui s'observent dans le prolongement des angles de la section des cubes de pyrite.

C'est, croyons-nous, généralement du quartz qui entoure les cristaux de pyrite du Révinien; sa disposition est analogue à celle du disthène (1).

Ajoutons que cet aspect caractéristique de la roche pourrait s'expliquer, en supposant un étirement qui se serait produit, lorsque la masse était à un état voisin de la plasticité.

Le disthène est un minéral que l'on trouve souvent dans les schistes ayant subi un métamorphisme assez intense.

La séance est levée à 12 $^1/_2$ heures.

---

(1) M. Ad. Firket, après la séance de la Société géologique, a eu l'obligeance de nous faire remarquer que, peut-être, nous trouverions, dans les travaux de Renard, des observations qui seraient à rapprocher de celles que nous venons de faire Nous croyons utile de reproduire, à ce sujet, le passage suivant, extrait du mémoire de ce savant : La composition et la structure des phyllades ardennais. *Bull. Musée roy. d'hist. nat.*, t. II, pp. 12 et suiv.

» Dans les phyllades moins aimantifères et qui avoisinent le toit des bancs d'ar-
» doise, on observe souvent de gros cristaux de pyrite en cube ; ce même minéral y
» est plus rarement cristallisé en dodécaèdre pentagonal ou en cubo-dodécaèdre ;
» on y trouve aussi du calcaire lamellaire, blanc, déposé dans les cavités qui conte-
» naient des cubes de pyrite ; quelquefois, les fissures sont tapissées de quartz
» laiteux et de quartz cristallisé avec cristaux et enduits de pyrite. »

Et plus loin, d'après Geinitz. *Neues Jahrbuch für Min.*, 1882, vol. II : « Le quartz
» est très développé dans ces nœuds avec pyrite;... il est orienté sur le cristal
» central. »

Séance ordinaire du 15 mai 1904.

M. M. LOHEST, *président, au fauteuil.*

La séance est ouverte à dix heures et demie.

Le procès-verbal de la séance ordinaire du 17 avril 1904 est approuvé.

M. le président proclame membres effectifs MM.

GALOPIN (Alexandre), ingénieur, attaché à la direction de la Fabrique nationale d'armes de guerre, rue Hoyoux, à Herstal, présenté par MM. L. de Dorlodot et M. Lohest.

SCHOOFS (François), docteur en médecine, assistant à l'Université, 86, rue des Guillemins, à Liége, présenté par MM. P. Questienne et Ad. Firket.

Il annonce deux présentations de membres effectifs.

Correspondance. — M. Crigniez fils remercie la Société des sentiments de condoléances qui ont été exprimés à sa famille, à l'occasion du décès de notre regretté confrère Ad. Crigniez, son père.

Le Comité belge des expositions à l'étranger fait parvenir un exemplaire du Rapport présenté par son Conseil d'administration à l'Assemblée générale ordinaire du 20 avril 1904.

Le secrétaire général recommande spécialement aux membres de la Société s'occupant d'industrie, de se faire inscrire comme membres de ce Comité, appelé à leur rendre de très réels services, en les renseignant sur l'organisation des expositions en dehors de notre territoire.

Pli cacheté. — M. le professeur G. Dewalque fait connaître qu'il désire retirer le pli cacheté déposé par lui à la séance du 17 novembre 1901.

Le secrétaire général est chargé de le lui renvoyer, après que l'assemblée a constaté qu'il est resté intact.

Ouvrages offerts. — Les publications reçues depuis la dernière séance sont déposées sur le bureau. Des remerciements sont votés aux donateurs.

DONS D'AUTEURS.

C. Grand-Eury. Sur les sols de végétations fossiles des sigillaires et des lépidodendrons. (*C.-r. des séances de l'Acad. des Sciences,* t. CXXXVIII, p. 460.) Paris, 1904.

— Sur les rhizomes et les racines des fougères fossiles et des cycadofilices. (*Ibid.,* t. CXXXVIII, p. 607.) Paris, 1904.

— Sur le caractère paludéen des plantes qui ont formé les combustibles fossiles de tout âge. (*Ibid.,* t. CXXXVIII, p. 666.) Paris, 1904.

— Sur les conditions générales et l'unité de formation des combustibles minéraux de tout âge et de toute espèce. (*Ibid.,* t. CXXXVIII, p. 740.) Paris, 1904.

M. Mourlon. Compte-rendu sommaire de la IXe session du Congrès géologique international, qui s'est tenue à Vienne en août 1903. (*Bull. Soc. belge de géologie,* t. XVII.) Bruxelles, 1904.

Ern. Pasquier. La terre tourne-t-elle ? Réponse à M. Anspach. (*Revue de l'Université de Bruxelles.*) Bruxelles, 1904.

R. Zeiller. Observations au sujet du mode de fructification des cycadofilicinées. (*C.-r. de l'Acad. des Sciences*, t. CXXXVIII, p. 663.) Paris, 1904.

Tirés à part. — Le Secrétaire général fait connaître que le prix des tirés à part supplémentaires des *Mémoires in-4°* est établi comme suit :

	25 ex.	50 ex.	75 ex.	100 ex
	—	—	—	—
4 pages	Fr. 1.50	2.00	2.75	3.50
8 pages	2.00	3.50	4.50	5.50
16 pages	3.00	4.50	6.75	8.50

Couverture imprimée et brochage, pour 100 exemplaires ou moins :

pour une feuille de 16 pages ou moins 2.50

pour chaque planche ou chaque feuille en plus . . 0.50

Au-delà de cent exemplaires, le prix sera calculé par quart de cent, en divisant par quatre le prix de cent exemplaires.

Les planches seront facturées au prix coûtant

Communications. — Il est donné lecture des rapports de MM. H. Forir, M Lohest et P. Fourmarier, relatifs au travail de M. **J. Fraipont** : *Les échinides du marbre noir de Dinant (Viséen inférieur, V1a).* L'auteur résume son remarquable mémoire, en montrant les échantillons décrits et figurés par lui.

L'assemblée, conformément aux conclusions des rapporteurs, ordonne la publication de la notice de M. Fraipont et des cinq planches qui l'accompagnent dans les *Mémoires in-4°*, et vote de chaleureuses félicitations à notre savant confrère.

M. **P. Destinez** a fait parvenir une communication intitulée *Faune et flore des psammites du Condroz (Fa-*

mennien), dont la préface est lue par le secrétaire général. L'assemblée en ordonne la publication dans les *Mémoires*, conformément aux conclusions des rapports de MM. M. Lohest, J. Fraipont et H. Forir et vote des remerciements à l'auteur.

M. **C. Malaise** rappelle qu'à diverses reprises, on a signalé la présence de *Cherts* dans les calcaires du Dévonien supérieur. Il a eu l'occasion d'en constater la présence *dans les calcaires frasniens, entre Louveigné et Remouchamps*. Parfois, le calcaire disparaît et il ne reste que les cherts.

M. **M. Lohest** fait remarquer que, dans beaucoup de cas, ce que l'on a signalé dans le Dévonien supérieur comme étant des cherts, n'est autre chose que des débris d'ossements de poissons, ainsi qu'il l'a montré, il y a longtemps déjà, à la Société.

M. **H Forir** déclare que l'abondance de cherts dans les calcaires dévoniens, signalée par M. Malaise, le surprend quelque peu; il engage notre savant confrère à vérifier si une grande partie n'aurait pas la provenance que M. Lohest vient d'indiquer.

M. C. Malaise fait la communication suivante :

Découverte de graptolithes à Neuville-sur-Meuse,

PAR

C. MALAISE ET G. LESPINEUX.

Des graptolithes ont été rencontrés à 1 300 mètres à l'est de Neuville-sur-Meuse, près du second ruisseau que l'on trouve en suivant la route vers Ombret. [1]

(1) Le gisement a été trouvé par M. G. Lespineux et les espèces ont été déterminées par M. C. Malaise.

Un chemin, récemment élargi pour l'exploitation du bois, suit la rive gauche du ruisseau ; à soixante mètres de la grand' route, on voit des schistes quartzeux, inclinés au Sud ; ils sont ferrugineux, d'une teinte verdâtre, devenant brunâtre à la surface des feuillets.

C'est à la surface de ceux-ci que se rencontrent les graptolithes.

Une espèce y prédomine ; c'est *Monoclimacis (Monograptus) vomerina*, Nich. *sp.*

On y voit également :

Monograptus bohemicus, Barr.
» *Nilssoni*, Barr.
» *priodon*, Bronn.

C'est le facies graptolithique de l'assise de Naninne, et le gisement rappelle tout à fait, au point de vue lithologique, celui de la dite localité. C'est également l'équivalent de l'assise de Corroy (massif du Brabant), représentant le Wenlock.

A Corroy et à Naninne, il y a, en outre, *Retiolithes geinitzianus*, Barr.

La découverte de fossiles est très importante pour le Silurien, les roches schisteuses, surtout lorsqu'elles sont altérées, se ressemblent dans diverses assises, et le caractère paléontologique peut seul en fixer l'âge d'une manière certaine.

Dans le cas actuel, *Monoclimacis vomerina*, etc., démontrent que l'on se trouve dans le Silurien supérieur ou Gothlandien, et que la notation *Sl1b* de la carte officielle au 40 000e doit être remplacée, en ce point, par *Sl2b*.

En remontant le ruisseau, à 80 mètres plus haut que le niveau à graptolithes, on trouve une porphyroïde identique à celle du parc de la Neuville.

M. **J. Fraipont** présente un magnifique exemplaire de fructification d'*Equisetum sp.*, découvert par M. A. Gilkinet dans les échantillons d'argile wealdienne, provenant d'un puits naturel du charbonnage de Courcelles, et présentés, à la dernière séance, par notre confrère M. J. Smeysters. Cette fructification accompagne, dans les dites argiles, de nombreux *Equisetum Lyelli*, Mant., ainsi que des bois transformés en lignite; on y voit également de la succinite.

M. **L. de Dorlodot** montre, tant à l'œil nu qu'au microscope, des préparations faites dans les cailloux de quartzite révinien, contenant des cavités cubiques tapissées de disthène, dont il a entretenu la Société à la séance d'avril.

M. **G. Dewalque** a fait parvenir, au sujet de cette dernière communication, la note suivante :

Je viens de lire dans le procès-verbal jaune de la séance d'avril que notre excellent collègue M. Ad. Firket a renvoyé M. L. de Dorlodot aux travaux de feu A. Renard au sujet du *minéral fibreux blanc qui accompagne les cubes de pyrite du quartzite revinien.* Il a oublié de rappeler Dumont, qui a fait remarquer leur disposition à deux angles opposés de la cavité cubique. Je ne suis pas en situation d'en dire davantage.

M. **P. Fourmarier** fait la communication suivante :

Découverte de *Sigillaria camptotænia*, Wood et de *S. reticulata*, Lesquerreux, dans le terrain houiller de Liége,

PAR

P. FOURMARIER.

J'ai l'honneur de présenter à la Société deux échantillons remarquables du terrain houiller de Liége. Le premier est

Sigillaria reticulata, Lesq.; le second *S. camptotænia*, Wood *sp.*, appartenant, tous deux, au type des sigillaires sans côtes. Les sigillaires sans côtes sont très rares dans notre bassin et je ne pense pas qu'on les y ait jamais signalées. Elles caractérisent, d'ailleurs, le Westphalien supérieur. L'échantillon de *S. reticulata* a été trouvé au toit de la couche Maret, au siège Bonne-Fortune, du charbonnage d'Espérance et Bonne-Fortune, à Montegnée. L'autre échantillon provient du toit de la couche Dure-Veine au siège Collard des charbonnages de la Société John-Cockerill à Seraing. Le premier se trouve donc encore dans la partie supérieure du terrain houiller de Liége, mais le second provient d'une couche où abonde partout *Sphenopteris Hœninghausi*, Brongniart, considérée, par divers auteurs et notamment par M. Zeiller, comme caractérisant, par son abondance, la partie inférieure du Westphalien ; elle se trouve donc ici beaucoup plus bas que son niveau habituel.

La séance est levée à midi et demie.

Séance ordinaire du 19 juin 1904

M. M. Lohest, *président, au fauteuil.*

La séance est ouverte à dix heures et demie.

Le procès-verbal de la séance ordinaire du 15 mai 1904 est approuvé, moyennant de petites modifications à la page B 140.

M. **Ad. Firket**, vice-président, présente à M. **M. Lohest,** aux acclamations de l'assemblée, les félicitations de la Société pour son élection en qualité de membre correspondant de l'Académie royale de Belgique.

M. **M. Lohest** remercie M. Firket et la Société pour le témoignage de sympathie qui vient de lui être donné.

Il annonce qu'un de nos membres honoraires les plus éminents et les plus sympathiques, M. **Ch. Barrois** vient d'être nommé membre de l'Académie des sciences de l'Institut de France. Cette nomination sera fêtée par un banquet qui aura lieu à Lille, le samedi 25 courant, banquet auquel il compte assister avec le secrétaire général. Si l'assemblée en décide ainsi, des félicitations seront présentées à M. Barrois, en cette occasion, au nom de la Société géologique (*Acclamations*).

M. le président proclame membres effectifs MM.

Bertiaux (A.), ingénieur, route de Philippeville, à Couillet, présenté par MM. A. Renier et H. Forir et

Gittens (Willy), ingénieur, 35, rue Rembrandt, à Anvers, présenté par MM. J. Cornet et H. Forir.

Correspondance. — M. G. Dewalque fait hommage à la Société d'une brochure illustrée sur Spa (*Remerciements*).

Le Comité belge des expositions à l'étranger fait parvenir des documents relatifs à une exposition internationale

d'hygiène, de sauvetage, de pêche, de sports, de médecine, de secours aux blessés, des arts appliqués à l'industrie et d'économie sociale, qui aura lieu à Paris d'août à novembre 1904.

Plis cachetés. — Le secrétaire général annonce qu'il a remis à M. H. Buttgenbach, contre décharge, les deux plis cachetés dont le dépôt avait été accepté par la Société à la séance du 17 mai 1903, ainsi qu'un troisième, déposé à la séance du 20 mars 1904.

Il a reçu, de Dom Grégoire Fournier, un pli de l'espèce, portant comme suscription « Pli cacheté confié en dépôt à » la Société géologique de Belgique, écrit le 16 juin 1904. » D. Grégoire Fournier. » Conformément au désir exprimé par notre confrère, ce document devra être retourné intact au supérieur de l'abbaye de Maredsous, dans le cas où il viendrait à décéder avant de l'avoir réclamé ou fait ouvrir.

La Société accepte le dépôt de ce pli cacheté et le confie au secrétaire général, après qu'il a été contresigné par le président et par lui-même.

Le secrétaire général rappelle qu'il a actuellement en dépôt huit plis de l'espèce, à savoir ceux déposé par

M. L. Moreels, le 18 décembre 1887 et le 15 juillet 1888.

M. X. Stainier, le 15 juin 1890.

M. G. Dewalque, le 18 février 1894 (non mentionné au procès-verbal), le 17 juin 1900 et le 25 mai 1902.

M. G. Cesàro, le 16 mars 1902

et Dom G. Fournier, le 19 juin 1904.

Ouvrages offerts. — Les publications reçues depuis la dernière séance sont déposées sur le bureau. Des remerciements sont votés aux donateurs.

DONS D'AUTEURS.

H. Buttgenbach. — Lamelles d'aragonite dans la houille des environs de Liége. (*Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXIX, *Bull.*) Liége, 1901-1902.

— Volume et surface des solides holoèdres du système rhomboédrique. (*Ibid.*, t. XXIX, *Mém.*) Liége, 1902.

P. Choffat. — Index des bibliographies géologiques du Portugal et Bibliographie pour 1901 et 1902. (*Communicaçoes do Servicio geol. do Portugal*, t. V, fasc. 1.) Lisbonne, 1903.

— Les tremblements de terre de 1903 en Portugal. (*Ibid.*, t. V.) Lisbonne, 1904.

S.-F.-Nery Delgado. — Faune cambrienne du Haut-Alemtejo. *Ibid.*, t. V.) Lisbonne, 1904.

G. Dewalque. — Quelques mots sur la langue universelle. (*Bull. de l'Acad. roy. de Belg.* [*Classe des sciences*], n° 4, pp. 399-400.) Bruxelles, 1904.

— Sur la circulaire de la Société royale de Londres tendant à l'adoption par l'Association internationale des Académies, d'un vœu présenté par le Congrès géologique international de Vienne, à l'effet de définir les branches de recherches géologiques pour lesquelles la coopération internationale est désirable. — Rapport de M. G. Dewalque, premier commissaire. (*Ibid.*, n° 4.) Bruxelles, 1904.

(G. Dewalque). — Spa — Les eaux et les bains. — Notice publiée sous les auspices de la Commission médicale locale. Spa, 1904.

G.-K. Gilbert. — Regulation of nomenclature in the work of the U. S. geological Survey. (*American geologist*, vol. XXXIII.) 1904.

D.-K. Greger. — The distribution and synonymy of *Ptychospira sexplicata*, White and Whitfield. (*Ibid.*, vol. XXXIII.) 1904.

— On the genus *Rhyncopora*, King, with notice of a new species. *Ibid.*, vol. XXXIII.) 1904.

E. Harzé. - Considérations géométriques sur le bassin houiller du nord de la Belgique. (*Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXXI, *Mém.*) Liége, 1903.

— Sur la signification des failles transversales dans le bassin houiller du nord de la Belgique. — Réplique à la réponse de M. H. Forir. (*Ibid.*, t. XXXI, *Mém.*) Liége, 1903-1904.

N. Pellati. Le carte agronomiche ed il Comitato geologico del regno. (*Boll. del. r. Comitato geologico*, anno 1903, n° 2.) Rome, 1903.

— Contribuzione alla stona della cartografia geologica in Italia. (*Atti del Congresso internazionale di scienze storiche*, vol. X.) Rome, 1904.

Communications. — Il est donné lecture des rapports de MM. M. Lohest, Ad. Firket et H. Forir sur l'important travail de M. **J. Cornet**. *Etude sur l'évolution des rivières belges.* Conformément à la décision prise à la séance du 21 juin 1903, ce travail a été envoyé à l'impression dans les *Mémoires*, l'avis des trois rapporteurs étant favorable. Des félicitations et des remerciements sont votés à l'auteur.

M. le président désigne MM. H. Buttgenbach, Ad. Firket et P. Fourmarier, comme rapporteurs pour un mémoire de M. **L. de Dorlodot**, intitulé : *Quelques observations sur les cubes de pyrite des quartzites réviniens.*

Il désigne également MM. J. Cornet, Ad. Firket et P. Fourmarier pour faire rapport sur deux communications de M. **H. Buttgenbach**, intitulées : *Description des gisements de cuivre du Katanga*, et : *Description des minéraux de cuivre du Katanga.*

Le secrétaire général donne lecture des deux notes suivantes :

Une collection de marbres exploités aux Pays-Bas vers le milieu du dix-huitième siècle,

PAR

G. DEWALQUE.

Dans les anciens locaux occupés par notre Académie et affectés aujourd'hui aux musées de peinture, une grande rotonde précède la salle des estampes. Au centre du plancher de cette rotonde se trouve une étoile de marbres avec leurs noms. Comme ces locaux ont été reconstruits par l'archiduc Charles de Lorraine, vers 1741, on peut croire que ces marbres, originaires des Pays-Bas autrichiens, ont été exploités vers cette date. Nous avons pensé qu'il serait intéressant d'en avoir la liste. Nous la donnons dans l'ordre des inscriptions : le premier rayon est dirigé vers la porte d'entrée.

Devigne, Gerfont, Soume, Bourlamb, Groschou, Gochenée, Zoude, Roguenée, P[t] Cagne, S[t] Remy, Roiale, Mouchene, Dourlair, Estrée, Sol-S[t]-Géry, Agimont, Estrée, Soulme, Lancine, Franchimont, Thuilies, Gochenée, Bouffioux, Harre, S[te]-Anne, Haumont, Vausort, Sirei.

Le nivellement de précision de la Belgique. Rectification.

PAR

G. DEWALQUE.

En présentant à la Société mon Rapport sur la circulaire de la Société royale, je dois la prier de considérer comme non avenu ce que j'ai dit, page 4, au sujet du nivellement de précision de notre pays. Sur la foi de renseignements sur lesquels je me croyais en droit de compter, j'ai dit qu'un tel nivellement nous manquait encore. M. le major Gillis, directeur de l'Institut cartographique, à qui j'avais envoyé un des premiers tirés à part de mon rapport, comme argument à l'appui d'une demande de subside, m'a fait savoir aussitôt qu'un nivellement de haute précision a été effectué de 1889 à 1892, publié en 1894 et indiqué sous le n° 29[a] du *Catalogue des publications de l'Institut cartographique* sous le titre : *Répertoire graphique des repères des nivellements de précision*. Grâce à son obligeance, je fais mettre sous les yeux de l'assemblée les feuilles qui concernent notre frontière orientale.

Les cotes de ces nivellements sont rapportées au niveau de la mer à Ostende et ainsi supérieures de $2^{m}.012$ à celles du nivellement général du royaume. Ces nivellements ont été reliés à ceux de l'Allemagne en 16 points voisins de la frontière.

Cette communication me serait pénible si elle ne me procurait la satisfaction de constater que notre pays a tenu son rang dans le monde. Le polygone que j'avais proposé, est compris dans ces nivellements.

J'ajouterai, comme circonstances atténuantes, que je ne connais aucun compte-rendu de cette publication, qu'elle n'est point parvenue à l'Académie et qu'elle ne se trouve ni

à la Bibliothèque de l'Université de Liége, ni à la Bibliothèque royale.

M. **M. Lohest** fait les communications suivantes :

Sur des cailloux d'arkose gedinnienne rencontrés à l'ouest de Stavelot

PAR

M. LOHEST.

Dans une excursion récente, faite avec les élèves du Cours de géologie de l'Université, j'ai rencontré, sur le plateau entre Coo et Stavelot, d'assez nombreux cailloux d'arkose gedinnienne, empâtés dans l'argile de désagrégation du phyllade cambrien sous-jacent.

J'ai signalé jadis la présence de cailloux rhénans à Solwaster, dans les dépôts superficiels [1].

Ces cailloux, rencontrés au centre du massif de Stavelot, précisément dans la zone géographiquement la plus éloignée de tout affleurement dévonien, peuvent être considérés comme les derniers vestiges du démantèlement des assises rhénanes qui auraient, à l'origine, recouvert l'entièreté du massif cambrien de Stavelot.

A propos d'une notice de M F. Folie intitulée : « Un fait physique nouveau, d'une importance « capitale pour la géophysique et l'astronomie « sphérique » [2],

PAR

M. LOHEST.

Dans l'état de nos connaissances, l'hypothèse la plus satisfaisante au point de vue géologique, concernant la constitution interne de la terre est celle d'un noyau solide,

(1) *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXIII, p. 44.

(2) *Bull. Acad. r. de Belg. Classe des sciences*), 1904, n° 4, pp. 382-387.

séparé d'une écorce solide, par une couche de matière plus plastique.

Dans l'hypothèse d'un globe entièrement solide, réclamée par certains astronomes, il devient bien difficile, en effet, d'expliquer les chiffonnements et les cassures de l'écorce superficielle du globe.

D'autre part, d'après M. de Heen, le phénomène du magnétisme terrestre semble devoir s'interpréter « en » admettant que les diverses couches concentriques qui » constituent le globe terrestre n'ont pas la même vitesse » angulaire autour de l'axe de rotation. S'il en est ainsi, » dit notre savant collègue, « deux couches successives » frottantes auront nécessairement pour résultat de déve- » lopper l'orientation correspondant au courant, ainsi que » cela résulte du phénomène de l'induction monométallique » dont nous avons parlé. La partie centrale du globe » terrestre se comporterait à peu près comme le barreau » d'acier qui s'aimante sur le tour en subissant l'action » de l'outil.

» Si nous supposons que l'axe de rotation du noyau qui » s'aimante ne coïncide pas avec l'axe de la masse périphé- » rique, on se rendra aisément compte de l'absence de » coïncidence du pôle géodésique avec le pôle magnétique » ainsi que de la rotation lente que ce dernier exécute » autour du premier. » *Mém. Soc. roy. des sciences*, 3me série, t. V, janvier 1904.

Les théories récentes au sujet du volcanisme peuvent également s'accorder avec l'hypothèse d'un noyau solide surmonté d'une croûte, plastique à sa base [1].

Les récentes observations de Milne [2] sur la propagation des secousses sismiques ne semblent pas non plus inconciliables avec cette constitution de notre planète.

(1) A. DE LAPPARENT. Le volcanisme. *Ann. de géogr.*, nov. 1903, pp 385-482.

(2) MILNE. Seismological Observations and Earth Physics. *Geograph. Journal*, janvier 1903, pp. 1-25.

Depuis longtemps déjà, les recherches sur la cause de la nutation diurne avaient conduit MM. Folie et Ronkar [1] à émettre cette hypothèse sur l'état interne du globe.

Dans sa récente notice, M. Folie cite des résultats d'expériences exécutées par un de ses anciens élèves, M. l'ingénieur A. Rouma, expériences destinées à démontrer la réalité de la nutation diurne.

Si les nouveaux essais préconisés par M. Folie viennent appuyer ces premières indications, elles confirmeront singulièrement son hypothèse.

M. **M Lohest** attire l'attention de ses confrères sur les conclusions, très intéressantes au point de vue de l'origine du métamorphisme mécanique, d'un travail publié dans le *Bulletin de l'Académie royale de Belgique* (*Classe des sciences*), 1904, n° 3, pp. 290 à 309, par M. **W. Spring.**

Il demande que les conclusions de cette remarquable publication soient insérées au procès-verbal.

Sur la décomposition de quelques sulfates acides à la suite d'une déformation mécanique,

PAR

W. Spring.

Résumé et conclusions.

Il résulte de ce qui précède que les sulfates acides des métaux alcalins ne résistent pas tous, chimiquement, à une déformation mécanique. Ceux qui dérivent du lithium et

(1) F. Folie. Notice sur la nutation diurne et la libration de l'écorce terrestre. *Ann. de l'Observatoire royal*, 1888.

E. Ronkar. Sur l'influence du frottement et des actions mutuelles intérieures dans les mouvements périodiques d'un système. Applications au sphéroïde terrestre. *Mém. cour. et mém. des sav. étr. Acad. r. de Belg.*, t. LI, 1888, in 4°. — Sur l'entraînement mutuel de l'écorce et du noyau terrestres en vertu du frottement intérieur. *Bull. Acad. roy. de Belg.*, 3e série, t. XVIII, n° 12, 1889; t. XIX, nos 4 et 6, 1900.

du sodium, et surtout les sulfates renfermant une plus grande proportion moléculaire d'acide sulfurique et d'eau d'hydratation, se décomposent alors de manière à abandonner une grande partie de leur eau et une quantité assez notable d'acide sulfurique pour qu'il y ait même production d'une certaine quantité de sulfate neutre. Les sulfates dérivant des métaux alcalins de poids atomique plus élevé résistent à la décomposition, du moins dans les conditions de température et de pression qui ont été réalisées.

La décomposition dont il s'agit ici n'est pas la conséquence immédiate de la compression, c'est-à-dire de la simple diminution de volume provoquée par la pression, mais elle est le résultat du *laminage* ou du *pétrissage* de la matière.

Il résulte donc de là que la *déformation mécanique* peut produire la décomposition de certains corps ; elle semble agir alors à la manière d'une élévation de la température et peut remplacer complètement celle-ci. Un corps solide résiste d'autant mieux à la décomposition par déformation, dans un groupe donné de substances, qu'il est plus réfractaire à l'action de la chaleur. Il est à remarquer aussi que les combinaisons dites *moléculaires* paraissent résister moins bien aux déformations mécaniques que les combinaisons *atomiques* proprement dites. Si cette observation se vérifie par la suite, il y aura sans doute lieu de faire une distinction *mécanique* réelle de ces deux ordres de combinaisons.

La cause de cette combinaison *mécanique* trouve une explication aisée si l'on admet [1] que, pendant sa déformation mécanique forcée, le corps solide peut prendre l'état moléculaire dans lequel le frottement intérieur est

[1] Voir ma note : Sur la diminution de densité des corps par compression. *Bull. Acad. r. de Belg.*, 3e sér., t. XXX, 1895.

plus faible, en d'autres termes, qu'il passe alors à un état de *pseudo-fusion* ou *pseudo-liquéfaction*, en tout ou en partie, de même que, dans d'autres circonstances, la compression favorise le passage d'un état allotropique à un autre. Alors il est concevable que les corps composés susceptibles de donner naissance, par changement de structure moléculaire, à des corps liquides véritablement, à la température de l'expérience, ne passent pas seulement à un état de *pseudo-liquéfaction*, mais qu'ils se décomposent dans leurs constituants, au moins pendant toute la durée de l'acte mécanique. Si, par les dispositions prises, on permet à la partie liquide de se dégager, le phénomène pourra être constaté ; dans le cas contraire, il échappera généralement à l'observation.

Cette décomposition des corps solides par voie de laminage ou d'écoulement, à la température ordinaire, peut nous éclairer sur certains phénomènes de métamorphisme fréquemment observés en géologie, pour l'explication desquels on a été obligé de recourir à l'hypothèse, souvent peu probable, d'une élévation locale de la température. Il arrive parfois, on le sait, que la composition des roches n'est pas la même dans les parties qui portent les marques d'un flux ou d'un écoulement. On trouve là des minéraux microscopiques dont l'origine n'est plus claire. Il est permis de se demander si leur formation ne rentre pas dans l'ordre des faits qui viennent d'être touchés, et si l'écorce terrestre n'a pas été le siège d'un vaste travail *mécanico-chimique* qui a éliminé, ou transformé, les corps qu'elle renfermait à l'origine, de telle sorte qu'il ne subsiste plus aujourd'hui que ceux dont la stabilité mécanique a pu triompher des efforts de destruction auxquels ils se trouvaient soumis.

Je me propose de compléter ces recherches.

Liége, Institut de chimie générale, mars 1904.

M. **M. Lohest** fait la communication suivante, illustrée par la projection de seize vues photographiques des principales cascades existant entre le moulin de Roiseux et la station de Régissa.

Les cascades de Barse et le tuf du Hoyoux.

PAR

M. LOHEST ET H. FORIR.

Le Hoyoux prend sa source et reçoit des affluents dans un synclinal transversal, géologiquement caractérisé par un épanouissement considérable des calcaires carbonifères, englobant quelques lambeaux de terrain houiller.

La partie de son bassin située au sud de Modave étant presque entièrement calcaire, les eaux superficielles y ont pris, en partie, une circulation souterraine. Dans cette région, le Hoyoux est donc surtout alimenté par des sources ; le ruissellement est faible et son lit ne s'approfondit guère. A la grotte de Petit-Modave, explorée par MM. Fraipont et Braconnier, des dépôts fossilifères de l'âge du mammouth n'étaient élevés que de deux mètres au dessus du niveau de la rivière.

Cette alimentation souterraine explique également la limpidité, la couleur bleu verdâtre et la haute teneur en calcaire des eaux du Hoyoux.

Dans certaines parties du cours d'eau, des végétaux aquatiques favorisent la précipitation du calcaire. Des dépôts de tuf, parfois importants, s'effectuent de nos jours dans le fond du Hoyoux, aux endroits où le calme du courant permet le développement des mousses.

L'influence des mousses sur la précipitation du calcaire et la formation du tuf, a souvent été observée ; on l'attri-

bue à une absorption de l'anhydride carbonique, à la faveur duquel le calcaire est tenu en dissolution dans l'eau [1].

Mais, chose intéressante pour le Hoyoux, cette lente précipitation du calcaire dans certaines parties du lit de la rivière a pour effet de le surélever localement et de former, à la longue, des cascades qui vont en augmentant de hauteur aussi longtemps qu'elles peuvent résister à la pression des eaux qu'elles maintiennent.

Rappelons, en passant, que Davreux a attribué la précipitation du tuf de Nessonvaux et de Goffontaine à *Hypnum filicinum* et que M. J. Cornet [1] considère le tuf de Villerot comme dû à *Hypnum cuspidatum*, L.

Aux environs de Barse, on observe toute une série de ces cascades, parfois très pittoresques, ainsi que vous pourrez en juger par les photographies suivantes que nous en avons faites :

1e cascade supérieure du moulin de Roiseux. Origine du biez.
2e cascade supérieure du moulin de Roiseux.
3e cascades inférieures du moulin de Roiseux.
4e cascade supérieure du château de Roiseux.
5e cascade du pont de Roiseux.
6e cascade en aval du pont et du château de Roiseux.
7e cascade entre Roiseux et Barse.
10e cascade en face du plan incliné de la carrière de psammite de la rive droite, en amont de Barse.
11e cascades, en partie aménagées, de la scierie de la station de Barse.
12e cascade du moulin de Barse.
13e cascade entre le moulin et la scierie de Barse.

(1) Voir, à ce sujet : J. Cornet. Le tuf calcaire de Villerot. *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXVI, p. CXIII.

14ᵉ cascade en amont de la scierie de pierres de Barse.
15ᵉ *a* cascade de la rive droite, en face de l'ancien four à chaux, en amont de la carrière de poudingue de Régissa.
15ᵉ *b* cascade de la rive gauche, au même endroit.
16ᵉ cascade en amont du pont du chemin de fer et des carrières de poudingue de Régissa.
17ᵉ cascade en amont de Régissa, en face de la carrière de poudingue.

En retirant, à l'emplacement des cascades et sous le niveau de l'eau, des échantillons du mur de barrage, on observe, de haut en bas, des mousses, des mousses incrustées de calcaire, du tuf poreux, puis du tuf de plus en plus compact. Nous présentons toute la série de ces échantillons.

Au sujet de la détermination spécifique de ces mousses nous avons reçu la lettre suivante, d'un spécialiste très réputé :

« Votre mousse du Hoyoux est une plante très embar- » rassante. Elle appartient à un groupe de formes que » l'on désigne habituellement sous le nom d'*Amblystegium* » *fallax* (Brid.) Milde, mais qui est un groupement hété- » roclite, renfermant des formes dont les unes dérivent de » l'*Hypnum filicinum*, les autres de l'*Amblystegium* » *irriguum*. Par l'ensemble de ses caractères (forme des » feuilles, denticulation de leurs bords vers la base et vers » le sommet, tissu), la mousse du Hoyoux semble dériver » plutôt de la première que de la seconde de ces deux » espèces ; cependant, le tissu des angles de la feuille ne » présente pas les grandes cellules lâches, gonflées et bien » distinctes, caractéristiques de l'*H. filicinum*, et, sous ce » rapport, elle se rapproche d'avantage de l'*A. irriguum*. » Si votre ami a l'occasion de retourner dans cette localité, » engagez-le donc à récolter une série d'échantillons pris

» sur différents points ; il est probable que nous y trouve-
» rons des formes qui nous fixeront définitivement sur
» l'identité spécifique de cette mousse, que provisoire-
» ment, je considère comme une forme dérivant de
» l'*Hypnum filicinum* et très voisine de celle que Bridel a
» appelée *H. Vallis-clausæ.*

» J'ai eu plusieurs fois l'occasion de constater des faits
» analogues à celui qui a frappé votre ami. Parmi les
» mousses qui, sur le calcaire jurassique lorrain, sont le
» plus fréquemment incrustées par le calcaire en suspen-
» sion dans les ruisseaux, je vous citerai : *Hypnum fili-*
» *cinum* avec sa variété *Vallis-clausæ, H. commutatum*
» avec ses variétés ou sous-espèces *falcatum* et *irrigatum,*
» *H. cuspidatum, Philonotis calcarea* et une hépatique :
» *Aneura pinguis,* et comme le dit très bien votre corres-
» pondant, cette particularité peut, dans certains cas, avoir
» une réelle influence sur la forme et l'aspect des
» vallées. »

« V. CARDOL. »

***

A Marchin, on observe, sur les deux rives du Hoyoux, un dépôt important de tuf calcaire, exploité sur près de dix mètres de hauteur, pour être employé au revêtement des murs de serres et à la confection des grottes artificielles.

Ce dépôt a fait, à plusieurs reprises, l'objet de publications [1]. Il paraît dû à la formation d'un lac, suivie de la

(1) A. DUMONT. Mémoire sur la constitution géognostique de la province de Liége. *Mém. couron. et mém. des sav. étr. Acad. roy. de Belg.*, t. VIII, pp. 331-332, (1830) 1832, in 4°.

C.-J. DAVREUX Essai sur la constitution géognostique de la province de Liége. *Ibid.*, t. IX, pp. 36-37, (1830) 1833, in 4°.

G. DEWALQUE. *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. II, p. CXV, 19 septembre 1885.

H. FORIR. *Ibid.*, t. XXIV, p. CLXXVI, 4 octobre 1897.

M. LOHEST. Le tuf de la vallée du Hoyoux. *Ibid.*, t. XXVIII, pp. B 295-298, 21 juillet 1901.

rupture du barrage qui en retenait les eaux. Il y a tout lieu de croire que cette formation importante s'est effectuée dans des conditions analogues à celles observées aujourd'hui dans les cascades d'amont.

M. J. Fraipont a bien voulu nous communiquer la liste des espèces qu'il contient, espèces qui ont été déterminées tant par Davreux (A), que par M. G. Dewalque (B) et par lui-même (C).

(*B*) *Zonites* (*Hyalinia*) *cellarius*, Müll.
(*B*) *Helix cantiana*, Mont.
(*A*) — *carthusiana*, Müll.
(*A*,*B*) — *nemoralis*, Müll.
(*A*,*B*) — *obvoluta*, Müll.
(*B*) *Pupa avenacea ?* Brug.
(*B*) *Clausilia parvula*, Stud.
(*A*) *Succinea amphibia*, Drap.
(*B*) — *elegans* ?
(*B*) *Ancylus fluviatilis*, Müll.
(*B*,*C*) *Limnæa auricularia*, L.
(*B*) — *limosa*, L.
(*C*) — *ovata*, Lamk.
(*B*,*C*) — *palustris* L.
(*B*) — *peregra*, L.
(*B*) — *stagnalis*, L.
(*B*) *Planorbis complanatus*, L.
(*B*) *Bithinia tentaculata*, L.
(*C*) *Paludina impura*, Brard.
(*A*,*B*) *Cyclostoma elegans*, Müll.
(*C*) — *patulum*, *D*, Drap.
(*C*) *Sphærium corneum*, Mühlf.
Astacus fluviatilis, Rond.
(*C*) *Cervus elaphus*, L.
(*C*) *Castor fiber*, L.

En outre, Dumont y signale l'abondance des tuyaux fistulaires, des branches et des feuilles de végétaux, et la présence de couches de globules testacés, libres, vides ou contenant au centre un petit caillou. Il ajoute que la précipitation du carbonate de chaux est si abondante, qu'on trouve assez fréquemment des écrevisses qui en sont revêtues.

A la suite de cette communication, M. **G. Lespineux** fournit les renseignements complémentaires suivants :

Observations sur les cascades de la vallée du Hoyoux,

PAR

G. LESPINEUX.

Comme vous venez de l'entendre, toutes les cascades du Hoyoux sont dues à des barrages de tuf. C'est au sujet de la formation de ces barrages, de leur développement et de leur destruction, que nous allons résumer quelques observations.

La formation du tuf est due au carbonate calcique acide, en solution dans l'eau, qui, par décomposition de l'acide carbonique en eau et anhydride carbonique, libère le carbonate de calcium, lequel se précipite.

Les principaux agents de cette décomposition sont : la précipitation mécanique résultant de l'évaporation ; l'action réductrice des matières organiques ; et, enfin, certains végétaux qui décomposent l'acide carbonique pour s'en assimiler le carbone. Ces derniers sont les véritables agents édificateurs des barrages.

Nous distinguerons deux sortes de végétaux A et B [1],

[1] Nous les désignons ainsi provisoirement, en attendant leur détermination exacte.

présentant des conditions biologiques différentes, et qui, par suite, coopèrent différemment au développement des cascades.

L'espèce A, dont vient de vous parler M. M. Lohest, est représentée par une mousse vivant à fleur d'eau, ou légèrement immergée; dans ces conditions, cette mousse se développe, tandis que sa base s'incruste de calcaire et forme peu à peu un barrage retenant les eaux.

L'espèce B, ressemblant beaucoup à une algue, vit, au contraire, entièrement immergée, en amont du barrage formé par les mousses A, qu'il solidifie par de nouvelles précipitations de tuf.

Les barrages ainsi formés, en retenant les eaux, occasionnent les nombreuses chutes que l'on observe sur la rivière.

Tandis que le développement et l'incrustation des végétaux croissent d'année en année, augmentant toujours la hauteur de chute, le barrage se mine, en aval, par dissolution et par l'action mécanique des eaux, de sorte qu'il devient surplombant et, finalement, se rompt, en provoquant un remblayage du lit de la rivière vers l'aval et, en même temps, une diminution de la hauteur de la chute, ou un déplacement de celle-ci vers l'amont.

Ces différents processus se répètent ainsi continuellement.

Certains barrages, dont les coups d'eau sont utilisés industriellement, ont dû être consolidés en aval, pour éviter la destruction de leur base et, par suite, leur déplacement vers l'amont.

Une discussion s'engage entre divers membres, au sujet de la cause de la précipitation du calcaire; certains d'entre eux n'attribuent aux végétaux qu'une action purement mécanique, telle que celle qu'a exercée une bouteille à vin,

présentée par M. Lespineux, et qui est couverte d'une couche de tuf de plus d'un millimètre d'épaisseur, quoiqu'elle n'ait séjourné que deux ans dans le Hoyoux; d'autres, au contraire, croient qu'à cette action mécanique, s'ajoute une précipitation chimique, produite par l'absorption de l'anhydride carbonique par ces plantes.

A la suite de cette discussion, l'assemblée décide de voir prochainement la partie du Hoyoux comprise entre Pont-de-Bonne (Modave) et la station de Marchin, pour étudier le phénomène sur place.

M. **H. Buttgenbach** présente deux beaux échantillons de *dioptase*, qu'il a recueillis dans le gisement de cuivre *de Kambòve (Katanga)*. La dioptase a cristallisé dans des fissures du grès et s'est déposée sur des cristaux de quartz. La structure du minéral est fibro-radiée, mais les fibres se séparent rapidement l'une de l'autre pour former des cristaux plus ou moins gros, ayant la forme ordinaire, d^1p, de ce minéral. Malgré toutes les recherches, ces deux échantillons sont les seuls qui aient été trouvés dans toute la région cuprifère du Katanga.

Le même confrère présente quelques photographies et des échantillons de roches des champs diamantifères de Kimberley et donne certains détails sur les procédés usités anciennement dans ces exploitations, ainsi que sur les procédés actuels. En ce qui concerne le traitement du minerai et la formation géologique, il a fait parvenir le résumé suivant :

Quelques mots sur les cheminées diamantifères de Kimberley.

PAR

H. BUTTGENBACH

On sait que le diamant se trouve, à Kimberley, dans une roche qui traverse tous les dépôts horizontaux du *Karoo* moyen (Permien), qu'elle recoupe comme une cheminée verticale. Ces terrains encaissants sont formés de couches de grès, d'argiles, de schistes, etc., recoupées par diverses roches éruptives, souvent interstratifiées ; mais le contact entre la roche diamantifère de la cheminée et les terrains encaissants est toujours net et précis, sans qu'il y ait même de zone métamorphisée : la cheminée recoupe tous ces terrains à l'emporte-pièce.

Ces cheminées, au nombre de cinq actuellement exploitées, ont une section horizontale plus ou moins circulaire, dont la surface varie d'ailleurs d'un étage à l'autre, mais ne dépasse jamais trois hectares. L'axe de la cheminée reste assez bien vertical. L'exploitation se fait en creusant, dans les terrains du *Karoo*, des puits d'extraction que l'on relie à la cheminée par des galeries horizontales, distantes de cent pieds en moyenne. On enlève la roche diamantifère en laissant des piliers de soutènement ; on trace d'abord une galerie circulaire, faisant le tour du gîte à l'étage exploité et l'on creuse ensuite une série de galeries perpendiculaires ; on abandonne, par cette méthode, à peu près les deux tiers du minerai, qui seront, d'ailleurs, repris ultérieurement. Le minerai est toujours descendu à l'étage inférieur, d'où il est envoyé au puits d'extraction. Le puits le plus profond atteint actuellement 860 mètres. Toute l'exploitation est éclairée à l'électricité.

La roche diamantifère est excessivement dure et son premier traitement consiste à l'étendre sur les plateaux qui entourent la ville de Kimberley ; au bout de cinq à six mois, elle est devenue beaucoup plus friable et on peut alors la soumettre aux traitements suivants :

1° le concassage des parties encore dures ;

2° le débourbage dans des cuves de 4 mètres de diamètre et de $0^{m}40$ de hauteur, où le minerai est désagrégé dans l'eau, à l'aide de rateaux disposés suivant les rayons d'une roue dont l'axe coïncide avec celui de la cuve ; les parties les plus légères se déversent par un canal disposé à cet effet et sont rejetées ;

3° le minerai est ensuite passé aux *pulsators*, tables en caoutchouc, un peu inclinées, animées d'un mouvement de translation et soumises à de fortes trépidations ; le minerai, qui n'est plus formé que de petites pierres isolées, est ainsi de plus en plus enrichi, toutes les pierres les plus légères étant éliminées ;

4° le triage à la main.

Les diamants trouvés sont jaunâtres, parfois incolores, bleus, roses ; les diamants noirs sont en grande quantité. Tous ont la forme octaédrique, à arêtes courbes ; les faces de l'octaèdre sont souvent parsemées de petites cavités triangulaires. Le rendement moyen est de 4 carats par mètre cube. Le plus gros diamant trouvé pesait 199 grammes.

La société De Beers, qui exploite les cinq cheminées de Kimberley, ne s'occupe guère de l'étude géologique de ces gîtes et il est bien regrettable même qu'elle ne recueille pas avec soin toutes les observations qui pourraient y être faites, tant sur la roche diamantifère, que sur les terrains du *Karoo* qu'elle traverse. Cela explique le peu d'accord que l'on trouve chez les auteurs qui ont décrit ces gîtes si intéressants et la grande obscurité qui règne encore quant à l'origine du diamant.

Quelle est cette roche diamantifère ? Quel nom faut-il lui donner ? Je me permettrai ici de copier trois définitions que j'ai trouvées sur ce sujet :

M. A. de Lapparent, dans son Traité de géologie (4e éd., p. 1758), dit que c'est une ophite bréchoïde, et le même auteur (p. 671) définit l'ophite comme une roche formée de *diallage* ou d'un pyroxène passant à la diallage, avec des cristaux allongés d'un *plagioclase*.

MM. Fuchs et De Launay (Traité des gîtes minéraux, p. 15) disent que c'est une roche bréchiforme à pâte de *bronzite* hydratée..... et contenant des blocs de grès, d'ophite, de mélaphyre, etc., arrachés aux terrains encaissants.

M. Dana (Descr. Min., 1895, p. 5) dit que c'est une brèche serpentineuse avec *fragments* de bronzite, diallage, etc.

On voit que l'accord est loin d'être fait. Je suis plutôt de l'avis de M. Dana qui considère, en somme, cette roche comme résultant de l'injection vers le haut d'un type spécial de péridotite qu'il appelle : *Kimberlyte*.

Grâce à l'amabilité de M. Williams, directeur de la Société, à Kimberley, j'ai pu obtenir une collection de ces roches diamantifères, ainsi que de nombreux échantillons des roches du *Karoo* qui entourent les cheminées. Je compte les étudier d'ici peu et je communiquerai ultérieurement à la Société les résultats de cette étude.

Je dirai, pour terminer, que deux hypothèses ont surtout été émises quant à l'origine du diamant : la première suppose qu'il est dû à l'action de la chaleur sur le carbone des schistes charbonneux du *Karoo* qui existent à différents niveaux dans les terrains encaissants, et la seconde suppose l'arrivée du diamant avec la roche injectée.

La première hypothèse a contre elle la présence du diamant en proportion constante dans toute la cheminée, aussi bien au centre que sur le pourtour.

Session extraordinaire. — Le secrétaire général fait connaître que notre confrère, M. J. Cornet lui a fait parvenir un avant projet d'excursion annuelle dans le Boulonnais, destiné principalement à l'examen comparatif des formations inférieures au terrain houiller à l'ouest de nos bassins charbonniers, avec celles de notre pays et celles que nous avons eu, naguère, l'occasion de visiter à l'est, en Westphalie. On profiterait de la circonstance pour étudier les formations jurassiques et crétacées du Boulonnais.

Quatre journées sont nécessaires; il est désirable de choisir comme époque la seconde moitié de septembre. On pourra loger à Boulogne-sur-Mer.

M. Cornet a fait connaître, au dernier moment, que M. Gosselet, sollicité par lui de diriger cette excursion, a accepté avec empressement cette tâche.

La Société décide, en principe, de tenir sa session extraordinaire dans le Boulonnais dans la seconde quinzaine de septembre et vote de chaleureux remerciements tant à M. Cornet, qui a bien voulu se charger des démarches, qu'au vénéré M. Gosselet, pour le précieux témoignage de sympathie qu'il veut bien donner à la Société.

La séance est levée à 12 $^{1}/_{2}$ heures.

Séance ordinaire du 17 juillet 1904.

M. M. Lohest, *président, au fauteuil.*

La séance est ouverte à dix heures et demie.

Le procès-verbal de la séance ordinaire du 19 juin 1904 est appprouvé, moyennant deux additions aux pp. B 148 et 149, demandées par M. G. Dewalque.

Correspondance. — M. le Ministre de l'Intérieur et de l'Instruction publique fait connaître, à la date du 6 juillet, qu'un subside de mille francs est accordé à la Société, pour la continuation de ses publications.

Le secrétaire général est chargé d'adresser, à M. le Ministre, les remerciements de la Société.

MM. L. Mercier et J. Smeysters s'excusent de ne pouvoir assister à la séance de ce jour.

Prix des publications. — Le secrétaire général, en présentant la première livraison du tome II des *Mémoires in-4°*, qui sera distribuée dans quelques jours, fait connaître que le Conseil, dans sa séance de ce jour, en a fixé le prix à six francs.

Ouvrages offerts. — Les publications reçues depuis la dernière séance sont déposées sur le bureau. Des remerciements sont votés aux donateurs.

Dons d'auteurs.

J. Brien. — Sur la présence du quartz dans le Calcaire carbonifère. (*Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. XXXI, *Bull.*) Liége, 1903-1904.

R. d'Andrimont. — Note complémentaire à l'étude hydrologique du littoral belge. (*Ibid.*, t. XXXI, *Mém.*) Liége, 1904.

R. d'Andrimont. — Les filons de pechblende de Joachimsthal (Bohême). — Les filons cuprifères de Grasslitz-Klingenthal (Bohême et Saxe). (*Ibid.*, t. XXXI, *Mém.*) Liége, 1904.

— L'alimentation des nappes aquifères. (*Ibid.*, t. XXXI, *Mém.*) Liége, 1904.

— Note sur les causes et l'intensité du jaillissement d'eau que donnent les nappes captives lorsqu'elles sont atteintes par un forage dit « artésien ». (*Ibid.*, t. XXXI, *Mém.*) Liége, 1904.

P. de Makeeff. — Essai d'une carte géologique du lac Baïkal. (*Ibid.*, t. XXXI, *Mém.*) Liége, 1904.

P. Destinez. — Faune et flore des psammites du Condroz (Famennien). (*Ibid.*, t. XXXI, *Mém.*) Liége, 1903-1904.

— Nouvelles découvertes paléontologiques dans le Carboniférien et le Famennien du Condroz. (*Ibid.*, t. XXXI, *Mém.*) Liége, 1904.

P. Fourmarier. — Le prolongement de la faille eifélienne à l'est de Liége. (*Ibid.*, t. XXXI, *Mém.*) Liége, 1904.

G. Fournier. — Découverte d'un ossement de tortue dans une grotte de la région de la Meuse. (*Ibid.*, t. XXXI, *Bull.*) Liége, 1904.

— A propos de cristaux de quartz dans le Calcaire carbonifère. (*Ibid.*, t. XXXI, *Bull.*) Liége, 1904.

P. Frazer. — Geogenesis and some of its Bearings on economic Geology. (*Trans. of the Amer. Institute of mining Engineers.*) New-York, 1904.

— Concerning Soils, Germs and Worms. (*Journal of the Franklin Institute.*) Philadelphie, 1904.

E. Harzé. — Sur la figuration des failles transversales dans le bassin houiller du nord de la Belgique. Réplique à la réponse de M. H. Forir. (*Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. XXXI, *Mém.*) Liége, 1903-1904.

— Une grotte dans le Calcaire carbonifère à plus de deux cents mètres de profondeur. (*Ibid.*, t. XXXI, *Mém.*) Liége, 1904.

Edw. Hull. — Notes on the thickness of the Lucerne Glacier of the post-pliocene Period. (*Victoria Institute Transactions.*) Londres, 1904.

M. Lohest. — Considérations sur le volcanisme. (*Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. XXXI, *Bull.*) Liége, 1904.

C. Malaise. — Notice sur Charles-Louis-Joseph-Xavier de la Vallée Poussin. (*Ibid.*, t. XXXI, *Bull.*) Liége, 1904.

C. Malaise et *P. Fourmarier.* — Compte rendu de la session extraordinaire de la Société géologique tenue à Namur les 19, 20, 21 et 22 septembre 1903. (*Ibid.*, t. XXX, *Bull.*) Liége, 1903.

G. Lespineux. — Observation directe de l'accentuation d'une faille pendant le Quaternaire dans la vallée de la Meuse. (*Ibid.*, t. XXXI, *Bull.*) Liége, 1904.

A. Renier. — Note préliminaire sur les caractères paléontologiques du terrain houiller des plateaux de Herve. (*Ibid.*, t. XXXI, *Bull.*) Liége, 1904.

— Observations sur le Calcaire carbonifère de Krzeszowice (Galicie). (*Ibid.*, t. XXXI, *Bull.*) Liége, 1904.

W.-J. Sharwood. — A Study of the double Cyanides of Lime with Potassium and with Sodium. Dissertation. Easton, 1903.

P. Tabary. — Formation d'un très grand cône au-dessus d'un pain à laitier, par le dégagement des gaz dissous dans celui-ci. (*Ann. Soc. géol. de Belgique,* t. XXXI, *Bull.*) Liége, 1904.

Rapports. — Il est donné lecture des rapports de MM. H. Buttgenbach, Ad. Firket et P. Fourmarier, sur le travail de M. **L. de Dorlodot** : *Quelques observations sur les cubes de pyrite des quartzites réviniens.* Conformément aux conclusions de ces rapports, l'impression dans les *Mémoires* de cette note et des figures qui l'accompagnent est ordonnée. Des remercîments sont votés à l'auteur.

Communications. — M. **C. Malaise** fait savoir que, depuis notre séance du 15 mai, M. G. Simoens a annoncé également, à la Société belge de géologie, la présence de *Cherts dans le Dévonien supérieur.* Il maintient donc ce qu'il a dit à la séance prémentionnée, malgré les observations de ses honorables confrères, MM. Lohest et Forir.

M. **H. Forir** répond à ce que vient de faire savoir M. C. Malaise, que la présence de cherts dans les calcaires frasniens ne le surprend nullement. Point n'était besoin de l'annonce de M. Simoens pour le convaincre à cet égard. M. P. Fourmarier a, en effet, signalé l'existence de ces concrétions siliceuses dans le calcaire de ce niveau de la route d'Aywaille à Harzé, à la séance du 23 juin 1903 ; lui-même en a également observé, il y a de nombreuses années, à la tête méridionale du tunnel de Sy (Hamoir), dans des roches de même âge.

Mais ce qui l'étonne, c'est l'abondance de ces nodules siliceux entre Louveigné et Remouchamps, abondance telle que, d'après M. Malaise, « parfois le calcaire disparaît » et il ne reste que des cherts. »

Il a levé, il y a déjà pas mal d'années, la partie occidentale

de la feuille de Louveigné jusque la bande de calcaires dévoniens inclusivement et il n'a rien observé de semblable, quoique ce levé eût spécialement pour objectif l'étude de cette bande calcaire, au double point de vue de son classement dans les deux étages givétien et frasnien et de la formation des grottes et des aiguigeois.

En certains points, on trouve, dans la roche, quelques nodules noirs, plus résistants que le restant de la masse, et auxquels les carriers donnent le nom de « *clous* » ; mais la plupart de ces « clous » ont une structure finement spongieuse qui ne laisse aucun doute sur leur origine : ce sont des débris d'ossements de poissons. Il s'en trouve également à l'orifice méridional du tunnel de Sy (Hamoir).

M. Forir estime donc qu'il y aurait lieu, pour M. Malaise, de préciser davantage le gisement de ses prétendus cherts dévoniens.

Il croit savoir que M. P. Fourmarier, qui a levé, avec un soin méticuleux, tous les calcaires de la partie moyenne du Dévonien, depuis Hotton jusque Louveigné, partage sa manière de voir en ce qui concerne la rareté des cherts dans ces calcaires.

*
* *

M. J. Cornet a fait parvenir les premières pages d'une notice sur *Les dislocations du Congo*. Ce travail a pour but de démontrer qu'il existe, dans le bassin du Congo, à l'ouest du Tanganyika, d'importantes dislocations, analogues aux *Gräben* de l'Afrique orientale, étudiés par von Höhnel, Suess, Hans Meyer, Gregory, Baumann, Stuhlmann, Mone, Dantz, etc. La principale de ces dislocations congolaises est celle que l'on peut appeler le *Graben de Kamolondo*, dans lequel coule le Lualaba-Kamolondo dans la région des *lagunes fluviales* et des *expansions lacustres* qui se succèdent entre les chutes de Kalenga et le confluent de la Lukuga.

Plus à l'Est, se trouve une importante région affaissée, limitée d'un côté par l'escarpement des Mitumba, de l'autre par la falaise du Kuntelungu.

Le lac Moëro et le haut Luapula sont dans une dépression d'origine analogue.

M. le président désigne MM. H. Buttgenbach, M. Lohest et Ad. Firket pour faire rapport sur ce mémoire. Dans le cas où le premier commissaire serait absent, il sera remplacé par M. H. Forir.

Le secrétaire général est autorisé à faire imprimer ce mémoire, ainsi que ceux annoncés par M. Buttgenbach à la séance de juin, sans attendre la prochaine réunion, si les rapporteurs concluent unanimement dans ce sens.

***

M. **H. Forir** fait la communication suivante :

Sur les deux failles principales de l'est de la Campine

PAR

H. FORIR.

A la séance du 15 février 1903, j'ai fait connaître le réseau des failles importantes des environs d'Aix-la-Chapelle, du Limbourg hollandais et de la partie orientale de la Campine, tel qu'on pouvait le déduire de l'étude comparative des morts-terrains traversés par les sondages effectués dans ces régions.

J'ai eu l'occasion de montrer alors, que deux cassures principales, orientées SE.-NW. (*Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXX, pl. I et II), traversent la partie nord-est de notre pays.

La plus méridionale, que nous appellerons *faille de Dilsen*, pouvait être tracée avec une certaine précision ; en effet, elle se trouve comprise entre les sondages de Dilsen, de Stockheim, de Berg et de Lutterade, d'une part et ceux

de Lanklaer, de Meeswyck, de Leuth, d'Urmond, de Stein et de Krawinkel, d'autre part. Son rejet vertical, d'environ 93 mètres au voisinage de Stockheim, croît de plus en plus vers le Nord.

L'existence de la cassure septentrionale, que nous nommerons *faille de Rothem*, ne pouvait être douteuse, étant donnée la différence complète de nature des morts-terrains recoupés par les sondages de Dilsen et d'Eelen, et l'importante dénivellation de la base du Crétacé en ces deux points ; celle-ci se trouvant à la cote — 551 à Eelen et à — 382.30 à Dilsen ; mais l'emplacement de cet accident ne pouvait être fixé avec quelque précision, à cause de la distance notable (3 900 mètres) à laquelle ces deux recherches se trouvent l'une de l'autre. Dans le Limbourg hollandais, sa trajectoire ne pouvait être mieux établie, attendu qu'elle devait passer entre le sondage de Muenstergeleen, où le Houiller a été atteint à la profondeur de 394 mètres (cote — 283) et ceux de Berg et de Lutterade, où la même formation a été rencontrée respectivement à 308^{m}80 (cote — 260.80) et à 276^{m}35 (cote — 208.35).

Il y a quelque temps, une nouvelle société de recherches entreprit un forage à Limbricht ; les morts-terrains y présentent une analogie presque complète avec ceux du sondage d'Eelen, sauf en ce qui concerne les roches rouges, pour autant que l'on puisse en juger par la description des couches traversées par cette dernière recherche, publiée dans les *Annales des mines de Belgique*, t. VIII. Les roches rouges furent atteintes, à Limbricht, vers la profondeur de 400 mètres (cote — 350) et le Houiller, vers 675 mètres (cote — 625).

Cette recherche permet de tracer, avec beaucoup plus de précision, la faille de Rothem, qui ne doit guère être distante du sondage de Stockheim de plus de 700 mètres et de celui de Dilsen de plus de 500 mètres au NE. Elle

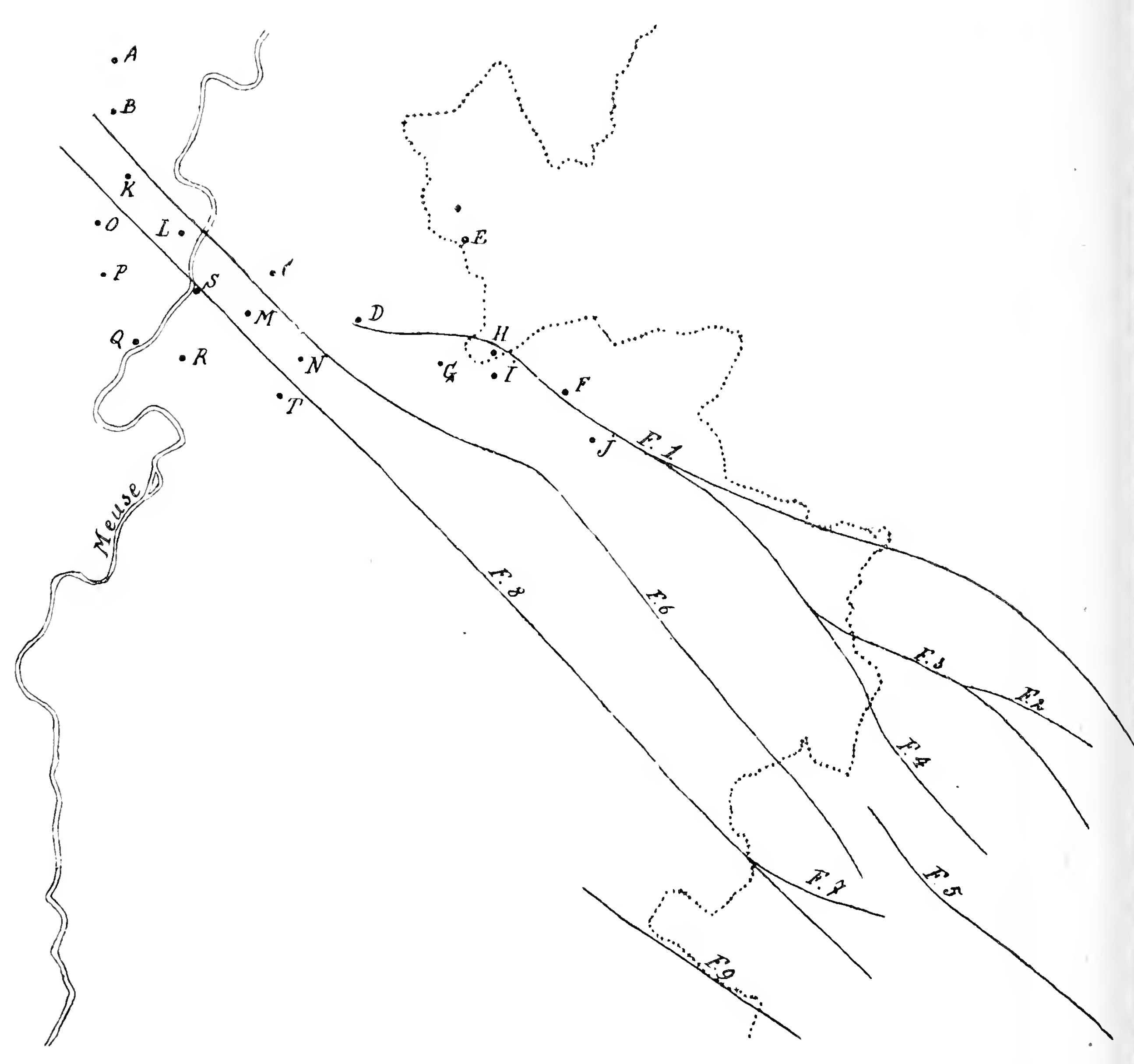


Fig. 1

Carte des failles principales des bassins houillers d'Aix-la-Chapelle, du Limbourg hollandais et de l'est de la Campine.

Echelle de 1 : 320 000.

F1. Sandgewand.

F2. Faille occidentale.

F3. Faille d'Often.

F4. Feldbiss.

F5. Münstergewand ou Grosser Biss.

F6. Faille de Rothem (F. d'Uersfeld).

F7. Faille de Richterich.

F8. Faille de Dilsen.

F9. Faille de Vaals.

SONDAGES.

A. Eelen (T-551 ; H?-831.60).	*K.* Dilsen (H-382.30).
B. Rothem.	*L.* Stockheim (H-337).
C. Limbricht (T-350 ; H-625).	*M.* Berg (H-260.80).
D. Sittard (T-462).	*N.* Lutterade (H-208.35).
E. Tüddern (s. r.-459.50).	*O.* Lanklaer (H-455.50).
F. Raath (s. r.-558.58).	*P.* Meeswyck (H-402.20).
G. Muenstergeleen (H-283).	*Q.* Leuth (H-352).
H. Hillensberg (H-327.30).	*R.* Stein (H-321.40).
I. Oirsbeek (H-278).	*S.* Urmond (H-340.50).
J. Merkelbeek (H-228.57).	*T.* Krawinkel (H-250).

permet, en outre, de fixer la trajectoire de la faille passant entre les sondages de Hillensberg et de Sittard, faille que je considère comme une branche méridionale de la Sandgewand, dont la branche septentrionale séparerait le même sondage de Sittard de celui de Tüddern.

Mais la comparaison des coupes des sondages de Limbricht et d'Eelen conduit à une autre conclusion. Il n'est nullement certain que le second de ces sondages ait atteint le terrain houiller. L'épaisseur des roches rouges n'y serait que de 292 mètres (1), en admettant que les grès caverneux, gris et les psammites du fond de la recherche appartiennent au Houiller, alors qu'à Limbricht, cette épaisseur atteint au minimum 275 mètres ; cette faible augmentation de puissance des roches rouges paraît bien problématique, si l'on considère que le forage d'Eelen est à près de 9 kilomètres au NW. de celui de Limbricht.

D'autre part, dans ce dernier, on a trouvé à différents niveaux, et notamment au voisinage de la base, des poudingues à éléments plus ou moins volumineux, que ne mentionne pas la coupe publiée du forage d'Eelen.

(1) Je range, en effet, dans le Permo-triasique les 42m60 inférieurs, rapportés au Maestrichtien et au Sénonien dans les *Annales des mines de Belgique*.

Dans ces conditions, il paraît plus probable que ce dernier n'a pas atteint la formation houillère.

Une recherche, sur laquelle nous ne possédons d'autre renseignement que son emplacement, a été commencée, il y a peu de temps, à Rothem. Elle semble, malheureusement, être du même côté de la faille de Rothem que celle d'Eelen ; s'il en est ainsi, elle devra traverser une très forte épaisseur de roches rouges avant d'atteindre le Houiller. En effet, en admettant que ce dernier terrain ait été rencontré à Eelen, il doit se trouver, à Rothem, à la cote approximative — 800, c'est-à-dire à environ 835 mètres de profondeur.

En tous cas, si cette épaisseur de morts-terrains est notablement dépassée sans que l'on ait touché la formation houillère, il est à espérer que la recherche pourra être continuée jusqu'à cette dernière, de façon à permettre de connaître la pente de la base des roches rouges dans cette région.

M. **A. Habets** fait observer que la présence des roches rouges dans les sondages de Limbricht et d'Eelen semble, en effet, démontrer que ces recherches ont été faites dans un même voussoir limité par des cassures. Mais il ne voit pas la nécessité d'invoquer une faille courbe pour séparer les sondages de Sittard et de Hillensberg.

Le prolongement de la Feldbiss qui est connu en ligne droite sur plusieurs kilomètres dans le bassin d'Aix-la-Chapelle, passe entre les sondages de Raath et de Hillensberg. L'existence du Trias à 462 mètres dans le sondage de Sittard s'expliquerait plus naturellement par une nouvelle faille rectiligne parallèle à la Feldbiss, que par un infléchissement brusque de la Sandgewand. A l'est de cette nouvelle faille, se trouverait un voussoir relevé par rapport aux voussoirs voisins, dans lesquels la limite du

Trias descendrait de plus en plus vers le Sud en allant de l'Ouest à l'Est. Le sondage de Rothem se trouve très probablement dans le même voussoir que celui de Limbricht, tandis que le sondage d'Eelen pourrait appartenir au même voussoir que celui de Sittard.

M. H. **Forir** fait observer que la rectilignité des failles, dans la région, est loin d'être démontrée. Au contraire, presque toutes les cassures subissent des inflexions, bien connues dans la partie exploitée du bassin d'Aix-la-Chapelle, telle la Feldbiss, qui n'y est pas du tout en ligne droite. Selon lui, la plupart des cassures finissent par s'infléchir et se raccorder les unes aux autres ; ainsi la Sandgewand se raccorderait à la Feldbiss au SE. du sondage de Raath. Il ne voit aucune nécessité de placer le sondage de Rothem dans un autre voussoir que celui d'Eelen. En effet, la pente du sommet du Trias entre Eelen et Limbricht est sensiblement la même que celle du toit du Houiller plus au Sud, tandis que, si on suppose que les sondages d'Eelen et de Sittard appartiennent au même voussoir, la pente sera notablement plus faible. Cependant, cette hypothèse de M. Habets ne lui paraît nullement impossible ; l'altitude du toit du Trias à Rothem permettra de se prononcer à cet égard.

*
* *

M. **M. Lohest** fait, en son nom et au nom de M. **P. Fourmarier**, une communication sur l'*Allure du Houiller et du Calcaire carbonifère sous la faille eifélienne*, dont l'impression dans les *Mémoires* est ordonnée, conformément à l'avis des rapporteurs, MM. Ad. Firket, H. Lhoest et A. Habets.

Une discussion entre divers membres suit cette communication.

Session extraordinaire. — La session extraordinaire aura lieu, conformément à la décision de l'assemblée, du 19 au 22 septembre inclusivement, pour autant que cette époque convienne à M. J. Gosselet. On se réunira le dimanche 18, à la soirée, à Boulogne. Le programme des excursions sera distribué en temps opportun.

Commission de comptabilité. — Les membres chargés de la vérification de la comptabilité et de la bibliothèque sont MM. H. Barlet, V. Brien, R. d'Andrimont, P. Habets et H. Lhoest. Le trésorier est chargé de les convoquer en temps utile.

La séance est levée à 12 $^{1}/_{4}$ heures.

COMPTE RENDU

DE LA

SESSION EXTRAORDINAIRE

DE LA

Société géologique de Belgique,

tenue à Boulogne-sur-Mer du 18 au 22 septembre 1904,

PAR

J. CORNET.

Les membres dont les noms suivent ont pris part aux excursions et aux séances de la Session extraordinaire :

MM. V. Brien,
J. Cornet,
L. de Dorlodot,
A. Euchêne,
H. Forir,
P. Fourmarier,
E. Gevers-Orban,
J. Gosselet,

MM. F. Kaisin,
H. Lhoest,
Max. Lohest,
M. Mourlon,
P. Questienne,
G. Simoens,
J. Vrancken.

Plusieurs géologues français, membres de la *Société géologique du Nord* ont eu la gracieuseté de se joindre à nous pendant une partie ou la totalité de la session.

Ce sont : MM. BRETON (Eugène), ingénieur civil, à Calais.

BRETON (Ludovic), ingénieur-directeur des travaux de la Compagnie du chemin de fer sous-marin entre la France et l'Angleterre, ancien président de la Société géologique du Nord, à Calais.

DUTERTRE, docteur en médecine, à Boulogne.

DUTERTRE neveu, à Boulogne.

GODBILLE, médecin-vétérinaire, à Wignehies (Nord).

LANGRAND (l'abbé), à Ambleteuse (Pas-de-Calais).

LHOMME, directeur de la Sucrerie Lebaudy frères, à Mayot, par La Fère (Aisne).

ORIEULX DE LA PORTE, ingénieur en chef des Mines de Nœux (Pas-de-Calais).

PARENT, licencié ès Sciences, à Lille.

RAMOND, assistant de Géologie au Muséum, à Paris.

RIGAUX, géologue, à Boulogne.

ROUTIER, avocat, à Boulogne.

SAUVAGE (le D[r]), directeur du Musée de Boulogne.

Les excursions ont été suivies, en outre, par :

MM. CAMBIER, étudiant en géographie, à Gand.

Ch. FRÉRICHS, ingénieur à la Société anonyme de Marcinelle et Couillet.

LHOEST, avocat, à Marche-en-Famenne.

MAES, étudiant en géographie, à Gand.

ROBERT, étudiant en géographie, à Gand.

VIAENE, étudiant en géographie, à Gand.

Si la plus grande partie de l'intérêt qu'a présenté la session est due à M. Gosselet, nous devons, avant d'en entamer le récit, mentionner avec reconnaissance le concours que lui ont prêté MM. Parent, Rigaux et L. Breton, ainsi que l'accueil cordial que nous ont réservé les géologues boulonnais et calaisiens, MM. Dutertre,

Rigaux, Routier, Sauvage et Breton, ne faisant d'ailleurs que perpétuer un vieux renom d'hospitalité.

Séance du dimanche 18 septembre 1904.

La séance est ouverte à 8 heures du soir, dans une salle de l'*Hôtel Métropole*, rue Faidherbe, à Boulogne-sur-Mer.

Il est procédé à la constitution du bureau de la Session extraordinaire. Sont élus :

Président : M. J. Gosselet.

Vice-Présidents : MM. G. Ramond et M. Mourlon.

Secrétaire : M. J. Cornet.

Sur la proposition de M. le président, le programme de la session est fixé de la façon suivante :

Lundi 19 septembre.

Le matin : étude de la falaise de la Pointe de la Rochette, au nord de Wimereux : contact du Wealdien sur le Purbeckien et le Portlandien. — Coupe de la falaise entre Wimereux et Boulogne : Portlandien et Kimméridgien. Déjeuner à Boulogne.

L'après-midi : excursion en voiture à St-Étienne-au-Mont : Wealdien ; exploitations de sables, argiles et minerai de fer. Retour à Boulogne.

Mardi 20 septembre.

Avant midi : course de Caffiers à Ferques. Dévonien du Boulonnais. Déjeuner à Ferques.

Après-midi : course de Ferques à Blecquenecque. Calcaire carbonifère et Houiller de la bande de Ferques, faille de Ferques. Calcaire carbonifère du massif de Leulinghen. Sable jurassique inférieur. Oolithe bathonienne. Retour à Boulogne.

Mercredi 21 septembre.

Avant midi : visite au charbonnage d'Hardinghen. Massif carbonifère de Locquinghen. Carbonifère et Dévonien de la bande de Ferques. Déjeuner au Haut-Banc.

Après-midi : carrières du Haut-Banc. Carrières de Basse-Normandie et de Basse-Falise. Faille d'Hydrequent. Carrières Joinville. Avaleresse d'Hydrequent. Retour à Boulogne.

Jeudi 22 septembre.

Avant midi : départ de Boulogne pour Calais. Trajet en voiture de Calais à Wissant, par le haut du Blanc-Nez. Collines diestiennes des Noires-Mottes. Déjeuner à Wissant.

Après-midi : trajet à pied, le long de la plage, de Wissant à Sangatte. Dépôts modernes et pleistocènes de Wissant. Crétacé des falaises de Wissant et du Cap Blanc-Nez. Pleistocène de la falaise de Sangatte. Retour en voiture à Calais et dislocation.

Ce programme étant adopté, M. Gosselet prend la parole pour esquisser les grandes lignes de la géologie du Boulonnais et exposer le but des excursions de la première journée.

« Le Boulonnais est, au point de vue géologique, une
» des régions les plus variées de l'Europe. On peut y
» observer, sur un très petit espace, une bonne partie des
» terrains primaires, le Jurassique depuis le Bathonien et
» même le Bajocien jusqu'au Purbeckien et le Crétacique
» du Wealdien au Sénonien. Cette région fait partie d'un
» pli saillant, d'un voussoir de la croûte terrestre qui a
» pris naissance dans le bassin anglo-parisien, sur le bord

» de la dépression où se sont amassées les couches tertiaires du bassin de la Flandre et de Londres.

» Ce voussoir comprend, avec le Boulonnais, une région » anglaise beaucoup plus étendue, le *Weald*, qui est séparé » du Boulonnais par le Détroit.

» Au centre du pli, apparaissent des couches inférieures » à la Craie, appartenant aux terrains crétacé inférieur, » jurassique et paléozoïque.

» Le Weald se distingue du Boulonnais parce que le pli » y est moins aigu, les couches moins relevées et que la » dénudation y a été poussée moins loin : les terrains pri- » maires et jurassiques n'y affleurent pas.

» La Craie a primitivement recouvert tout le voussoir. » Mais brisée, crevassée par l'effort même du ploiement, « elle a été enlevée complètement par l'érosion dans l'in- » térieur du pays [1]. Actuellement, elle forme, autour du » Boulonnais et du Weald, une ceinture elliptique qui » s'étend de Wizernes, près de St-Omer, à Petersfield en » Angleterre. Elle est interrompue en deux points par le » Détroit, entre le Cap Blanc-Nez et Douvres d'une part, » entre Etaples et Brighton d'autre part.

» Il y a donc à considérer, dans le Boulonnais, l'enve- » loppe crayeuse et l'intérieur du pays.

» La ceinture crayeuse se termine, du côté intérieur, par » un escarpement élevé de plus de 100 mètres. Elle descend » en pente douce vers l'extérieur, se confondant dans la » plaine de l'Artois ou celle des Flandres.

» Au pied de l'escarpement intérieur de la Craie, on » trouve une zone régulière de sable vert et d'argile appar- » tenant au Gault.

[1] Le Bas-Boulonnais est donc bien, selon une des expressions si justes d'Elie de Baumont, « une sorte de regard naturel qu'un soulèvement, suivi de dénudation, a » ménagé pour permettre de pénétrer jusqu'à des terrains qu'un vaste manteau de » craie cache tout autour. »

» L'intérieur du pays est formé, presque partout, par
» le terrain jurassique recouvert, par place, de sables
» wealdiens. Autour de Ferques, les terrains primaires
» affleurent, formant une petite région aussi intéressante
» au point de vue géologique qu'au point de vue industriel.
» Ce qui caractérise les terrains primaires du Boulonnais,
» c'est d'être divisés en lambeaux discontinus par des
» failles dont les unes sont de simples dénivellations et
» dont les autres entraînent un recouvrement de certains
» étages par des assises inférieures. Ils sont toujours en
» couches plus ou moins inclinées et cette inclinaison se
» fait en général vers le Sud.

» Les excursions de la première journée seront exclusi-
» vement consacrées aux terrains secondaires. L'avant-
» midi, M. Parent nous montrera, à la Pointe de la
» Rochette, le contact du Wealdien sur le Jurassique, qu'il
» interprète tout autrement que feu Munier-Chalmas et
» M. Pellat. Puis, guidés par M. Rigaux, nous relèverons
» la coupe classique du Portlandien et du Kimméridigien
» des falaises comprises entre Wimereux et Boulogne.

» Après le déjeuner, nous nous rendrons à St-Étienne-
» au-Mont où nous examinerons, dans des exploitations
» de limonite voisines du village, une succession de dépôts
» wealdiens dont M. Parent a récemment publié la coupe. »

La séance est levée à 10 heures.

Excursions du lundi 19 septembre 1904.

A. — *Avant midi.* — Excursions à Wimereux et à la falaise du nord de Boulogne.

I. — Pointe de la Rochette, a Wimereux.

Partis de la gare de Boulogne-Tintelleries à 8 h. 43, nous débarquons à Wimille-Wimereux à 8 h. 53 et nous nous rendons immédiatement au haut de la falaise nord, à la Pointe de la Rochette.

On voit en cet endroit, vers le sommet de la falaise, le contact du Wealdien sur le Portlandien, c'est-à-dire du Crétacé sur le Jurassique.

On sait que la nature de ce contact et l'âge réel des dépôts dits wealdiens ont été très discutés dans ces dernières années. Pour nous, géologues belges, qui possédons dans notre pays des dépôts rapportés au Wealdien, mais reposant sur le Primaire, la question a un certain intérêt.

Jusque dans ces derniers temps [1], il était admis que le Portlandien se terminait par un calcaire à *Anisocardia socialis,* surmontant des sables blancs à *Cypris*, ces deux zones saumâtres pouvant être assimilées aux *Purbeck-beds*. Les sables et argiles, avec lignites et minerai de fer, venant au-dessus, étaient rapportés au Wealdien.

En 1899, Munier-Chalmas, ayant repris l'étude des falaises du nord de Boulogne, arriva à considérer les dépôts wealdiens qui les couronnent par place comme « un facies » saumâtre ou d'estuaire du Portlandien supérieur [2]. »

(1) Voir entre autres : J. Gosselet. Aperçu général sur la géologie du Boulonnais. Boulogne, 1899.

(2) Munier-Chalmas. Les assises supérieures du terrain jurassique dans le Bas-Boulonnais. *C. r. Acad. d. Sc.,* 19 juin 1899.

C'est ce qu'il s'efforça de démontrer aux membres du Congrès de 1900 qui visitèrent ces lieux, sous sa direction et celle de M. Pellat [1].

D'après Munier-Chalmas, « un fleuve, partant très pro- » bablement du continent Belge, traversait les régions pri- » maire et secondaire, émergées du Boulonnais. Ce fleuve » venait se déverser dans la mer Portlandienne, après s'être » divisé en deux branches principales. Les deux estuaires » de la Pointe aux Oies et de la Rochette, correspondent, » selon toute probabilité, à ces deux divisions. »

M. E. Van den Broeck [2], en comparant la faune de Bernissart à la faune wealdienne du Boulonnais, se rallia aux conclusions de Munier-Chalmas et admit aussi l'existance d'un fleuve coulant de la Belgique vers le Boulonnais, à l'époque jurassique [3].

Mais la question n'était pas vidée. M. Parent, qui avait déjà publié, en 1893, un très intéressant travail sur le Wealdien du Boulonnais [4], a procédé à une nouvelle étude de ce point litigieux [5] et ses conclusions, nettement opposées à celles de Munier-Chalmas, sont les suivantes (p. 19 de sa note) :

1° Les couches dites wealdiennes du Boulonnais ne peuvent être considérées comme un facies du terrain portlandien.

(1) Munier-Chalmas et E. Pellat. Falaises jurassiques du Boulonnais. *Livret-Guide du Congrès géol. intern.*, IX, *Deuxième partie*. Paris, 1900.

(2) E. Van den Broeck. Les dépôts à Iguanadons de Bernissart et leur transfert dans l'étage purbeckien ou aquilonien du Jurassique supérieur. *Bull. Soc. belge de géologie*, t. XIV, *Mém.*, pp. 39 et suiv., 1900.

(3) M. E. Van den Broeck a considéré comme wealdiennes les faunes herpétologiques du Mont-Rouge et d'Auvringhem qui sont nettement portlandiennes, d'après MM. Parent, Pellat et Rigaux.

(4) H. Parent. Le Wealdien du Bas-Boulonnais. *Ann. Soc. géol. du Nord*, t. XXI, 1893, pp. 49-91.

(5) H. Parent. Deuxième note sur le terrain wealdien du Bas-Boulonnais. *Ibidem.*, t. XXXII, 1903, pp. 17-48.

2° Elles sont un facies du terrain néocomien. Elles renferment à Locquinghem, *Trigonia aliformis*, caractéristique de cet étage.

3° Il n'y a aucune trace d'un fleuve descendu de l'Ardenne à la fin de l'époque jurassique ni au début de l'époque crétacée [1].

M. Parent a fait voir, notamment, que le Wealdien ne passe pas latéralement au Portlandien supérieur, comme le voulait Munier-Chalmas, mais qu'il le recouvre et le ravine, parfois fortement, et remplit des poches d'érosion creusées dans sa masse. Il a montré, en outre, très nettement, que le Wealdien, non seulement se rencontre sur le Portlandien, mais qu'il s'étend en transgression sur les autres étages jurassiques du Boulonnais jusqu'au Bathonien et qu'il repose même parfois sur les terrains primaires.

M. Parent nous a fait voir, sur le haut de la falaise de la Rochette, les divers points où il a levé les coupes données dans son dernier travail. Malheureusement, le mauvais

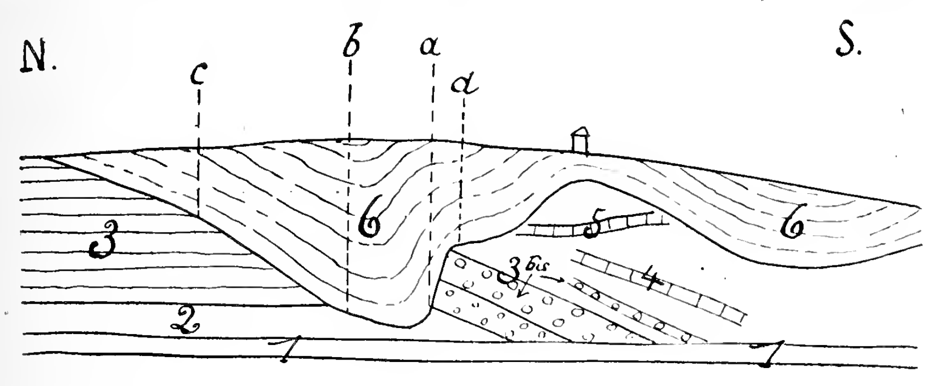


FIG. 1.

Coupe du Wealdien de la Pointe de la Rochette, d'après M. Parent.

On y voit, de haut en bas : 6. Wealdien ; 5. Calcaire concrétionné fragmentaire ; 4. Argiles et bancs calcaires à *Anisocardia socialis* ; 3bis. Poudingue à *Trigonia gibbosa* ; 3. Grès et sables à *T. gibbosa* ; 2. Sable jaune ; 1. Calcaires noduleux à *Cardium Pellati*.

[1] M. Ch. BARROIS a montré que les galets du poudingue portlandien de la Rochette proviennent des terrains primaires du Boulonnais. Voyez Ch. BARROIS. Sur les foraminifères des phtanites carbonifères du Boulonnais. *Ann. Soc. géol. du Nord*, t. XXXI, 1902, p. 40.

état des pentes escarpées qui montrent ces coupes ne lui a pas permis de donner à sa démontration la clarté qu'elle aurait eue, si quelques déblais avaient été préalablement pratiqués.

Donnons d'abord, d'après M. Parent, la coupe d'ensemble de la falaise (fig. 1).

Au premier des points où nous a menés M. Parent, et désigné par *a* sur la figure 1, on voit le Wealdien ravinant nettement le Portlandien.

La coupe est la suivante (fig. 2).

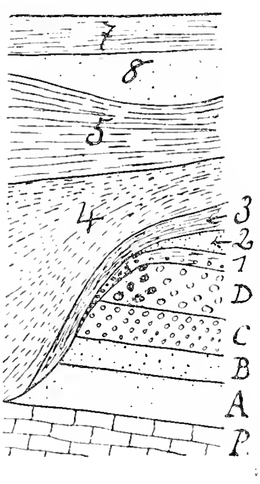


Fig. 2.

Fig. 2, d'après M. Parent. — Elle présente, de haut en bas :

Wealdien	7. — Argile grise	$1^{m}.00$
	6. — Sable ferrugineux	$0^{m}.50$
	5. — Argile à lignites abondants .	$1^{m}.50$
	4. — Argile gris pâle, sans végétaux	$1^{m}.00$ à $7.^{m}00$
	3. — Argile jaune avec plaquettes limoniteuses	$0^{m}.50$
	2. — Sable ferrugineux à gros grain. . . . . Environ	$0^{m}.20$
	1. — Lit d'argile jaune, sableuse, avec petits galets bien roulés	$0^{m}.10$
Portlandien	D. — Deuxième banc de poudingue, à gros galets.	
	C. — Premier banc de poudingue, à galets moyens.	
	B. — Banc de grès coquillier.	
	A. — Sable jaune.	
	P. — Grès à *Cardium Pellati*.	

Un peu plus au Nord, au point *b* de la figure 1, on observe nettement la coupe suivante :

Wealdien	*e.* — Argile grise plastique passant, vers le haut, à une argile jaune, sableuse	3m.00
	d. — Banc de grès gris, peu cohérent	0m.40
	c. — Argile grise et lits de sable gris, avec banc de calcaire sableux, gris	1m.00
	b. — Sable blanc à gros grain, gris par altération à la surface, avec lentilles d'argile grise et lits charbonneux .	1m.50
	a. — Argile gris pâle.	3m.00

Portlandien. P. Sable jaune.

Le sable *b* de cette coupe a fourni à M. Parent une série de fossiles : *Goniopholis nudidens*, *Lepidotus aff. lævis*, *Hybodus*, *Strophodus*, *Pycnodus*, *Ischyodus*, *Ostrea*, *Mytilus*, *Corbula alata?* *Cyrena Mantelli*, *Cyclas media*.

Un peu plus au Nord, il a recueilli, dans les couches *e* et *b* : *Cyrena Mantelli*, *Cyclas media*, *Cyrena Tombecki*, *Unio valdensis*, *Paludina*.

Ce curieux mélange d'espèces d'eau douce, terrestres et marines indique donc une formation d'eau douce avec récurrences marines. . . . .

Plus au Nord, on trouve la succession que voici, au point *c* de la figure 1.

Wealdien	4. — Argile gris foncé, jaune en haut	2.m00
	3 et 2. — Sables à gros grain, roux, ferrugineux, à nombreux petits galets disséminés	0m.40
	1. — Petit lit de galets ou argile jaune, suivant les endroits, avec paquets de marne calcaire blanche (calcaire purbeckien décomposé), morceaux de calcaires roulés, purbeckiens, avec *Anisocardia*, calcaires remaniés, portlandiens, avec fragments d'*Ammonites* roulés, etc.	0m.10

Cette couche repose sur la suivante par une surface de ravinement très ondulée.

Portlandien { B. — Sable jaune.
A. — Grès à *Trigonia gibbosa*.

On remarque que, dans cette coupe, le Wealdien arrive à peu près en contact avec le grès portlandien à *Trigonia gibbosa*.

M. Parent nous ramène ensuite vers le Sud et nous montre, en face du poste de douane, les calcaires marneux à *Anisocardia* du Purbeckien, recouverts par les argiles wealdiennes, ici très épaisses. C'est à partir de cet endroit que la surface de ravinement, descendant vers le point où est prise la coupe de la figure 2, va couper les bancs de poudingue. Entre ce point et le poste, on observe la succession que voici, au point *d* de la fig. 1 :

Wealdien.

7. — Argile grise . . . . 1^{m}.00.
6. — Sable et grès ferrugineux . . . . 0^{m}.50.
5. — Argile gris foncé, avec lits de lignite bien stratifiés, passant, vers le haut, à des sables gris. . . . . 1^{m}.50.
4. — Argile gris pâle . . . . 1^{m}.00.
3. — Argile jaune, avec lits de minerai de fer en plaquettes . . . . 0^{m}.50.
2. — Sable ferrugineux à gros grain . . . 1^{m}.00.
1. — Lit d'argile jaune, sableuse, avec petits galets bien roulés, reposant sur une surface de ravinement très nette . . . . 0^{m}.10.

Portlandien.

E. — Grès à *Cyrena*.
D. — Deuxième banc de poudingue, à gros galets . . . . 1^{m}.00.
C. — Premier banc de poudingue, à galets moyens . . . . 0^{m}.40.

B. — Banc de grès coquillier.

A. — Sable jaune.

II. — Falaise de Wimereux a Boulogne.

La seconde partie de l'excursion de la matinée était consacrée à l'étude de la falaise jurassique, entre Wimereux et Boulogne. Cette étude s'est faite sous la direction de M. Rigaux.

La falaise de Wimereux à Boulogne offre une coupe superbe dans le Portlandien et le Kimméridgien.

Les couches qui affleurent sur l'escarpement se présentent d'abord nettement inclinées vers le Nord. A partir de Wimereux, nous les voyons, par conséquent, se relever à mesure que nous nous avançons vers Boulogne (fig. 3).

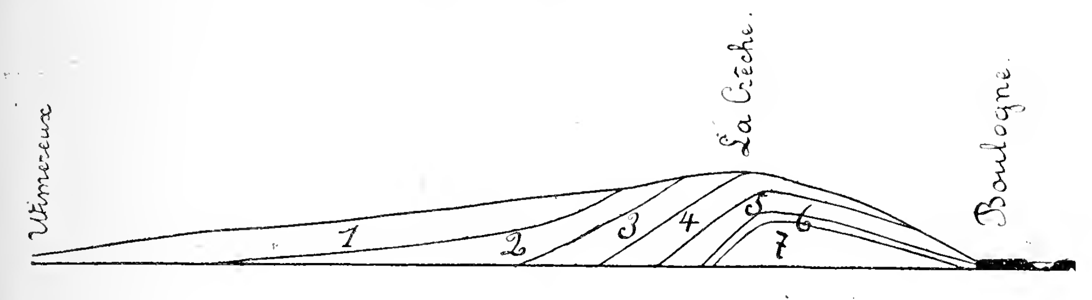


Fig. 3.

Coupe simplifiée de la falaise de Wimereux à Boulogne, d'après M. Rigaux. — Elle présente, de haut en bas, et du Nord au Sud :

Portlandien
1. Supérieur, à *Cardium dissimile* et *Trigonia gibbosa*
2. Moyen, à *Ostrea expansa* et *Am. biplex*.
3. Inférieur, à *Perna Suessi* et *Pterocera Oceani*.
4. Inférieur, à *Trigonia Pellati* et *Am. portlandicus*.

Kimméridgien
5. Argile à *Am. longispinus*.
6. Grès à *Pygurus*.
7. Argile à *Am. caletanus* et *Am. orthoceras*.

Une muraille nouvellement construite cache la partie initiale de la falaise.

En face de la plage des bains de Wimereux, la vieille tour de Croï, que la mer entoure complètement à marée haute, est assise sur les bancs du Portlandien moyen, à *Perna Bouchardi* et *Ostrea expansa*.

Puis, sur la paroi de la falaise, on voit superposées deux zones tranchant nettement par leur teinte. La zone supérieure, brune et de nature arénacée est le *Portlandien supérieur;* celle qui est en-dessous et offre une teinte bleu foncé est de nature argileuse et représente le *Portlandien moyen.*

A peu près à hauteur de la tour de Croï, la falaise présente une coupe presque complète du Portlandien supérieur, surmonté d'une petite épaisseur de Wealdien.

La partie inférieure de la falaise étant seule accessible, la plupart des couches ne peuvent s'étudier que sur des blocs éboulés.

L'escarpement présente, en ce point, de haut en bas :

Wealdien [1].

1. — Grès ferrugineux et sables, avec débris végétaux, et *Unio,* d'après M. Pellat.

Purbeckien.

2. — Calcaire concrétionné, ou travertin, à *Anisocardia socialis* (2m.50).

Portlandien supérieur.

3. — Banc de calcaire siliceux et sables blancs et jaunes, à *Cerithium Manselli*, *Cardium dissimile*, *Cyrena Pellati*, etc. (2m.50).

4. — Sables et calcaires gréseux, à *Natica ceres*, *N. elegans*, *Trigonia gibbosa*, etc. (4m.00).

5. — Sables et calcaires sableux, à *Cardium Pellati*, *Serpula coacervata*, etc. (3m.00).

Les zones 4 et 5 sont les équivalents du *Portland Stone.*

En-dessous, viennent les couches argileuses du Portlandien moyen et, en continuant de marcher vers Bou-

(1) Nous nous sommes aidé, pour la rédaction de cette coupe, du travail de M. E. Pellat : Terrain jurassique supérieur du Bas-Boulonnais. *Ann. Soc. géol. du Nord,* t. V, 1878.

logne, nous voyons, à mesure que les couches se relèvent, apparaître successivement, d'abord sur la laisse de basse mer, puis s'élevant sur la paroi de la falaise, les assises suivantes :

Portlandien moyen.

6. — Argiles et calcaires noirâtres, glauconifères, à *Perna Bouchardi*, *Ostrea expansa*, *Pecten lamellosus*, etc. (13^{m}.00).

C'est, d'après M. Pellat, l'équivalent du *Portland sand.*

7. — Argilites, calcaires noirâtres et grès en plaquettes, à *Cardium morinicum* (15^{m}.00).

Cette assise correspond, d'après M. Pellat à l'*argile de Hartwell.*

En approchant de l'ancien fort de la Crèche, on voit le Portlandien inférieur, sableux et jaunâtre, s'élever sous les couches argileuses, noir bleuâtre, du Portlandien moyen. On observe successivement :

Portlandien inférieur.

8. — Grès à *Pterocera Oceani*, *Trigonia bononiensis*, *Hemicidaris purbeckensis.*

9. — Grès calcarifère jaunâtre, très dur, à *Perna rugosa*, etc.

10. — Poudingue à *Trigonia Pellati.*

11.—Sables et grès à *Ammonites portlandicus* (*A. gigas*).

Ces quatre dernières assises ont ensemble 16 à 18 mètres d'épaisseur. Etant très résistantes, elles constituent la *Pointe de la Crèche*, où elles sont visibles sur de grandes surfaces en avant de la falaise; c'est sur leurs bancs qu'avait été établi le fort de la Crèche.

En face du fort, le relèvement des couches s'accentue : on approche de l'axe de l'*anticlinal de la Crèche.*

12. — Argilites et calcaires gréseux à *Am. portlandicus* et *Hemicidaris purbeckensis* (17^{m}.00).

C'est l'assise dont M. Pellat fait la base du Portlandien. Le Kimméridgien débute par la zone suivante :

Kimméridgien supérieur.

13. — Argilites et calcaire à *Am. pseudomutabilis*, *A. Erinus* et *Ostrea deltoidea* ($12^m.00$).

14. — Sables à *Ostrea virgula*, grès à *Pygurus* et à *Trigonia variegata* ($4^m.50$).

On voit nettement, à distance, le grès à *Pygurus* se relever rapidement jusqu'à l'axe de l'anticlinal, puis, prenant une allure d'apparence horizontale, constituer le sommet de la falaise jusqu'à hauteur du *Moulin-Hubert*. En réalité, les couches s'inclinent lentement vers Boulogne, formant l'aile méridionale de l'anticlinal et le grès à *Pygurus* va plonger sous le pied de la falaise entre Boulogne et le Portel.

Kimméridgien moyen.

15. — Sous la zone, relativement mince, du grès à *Pygurus*, apparaît une épaisseur de 18 mètres d'argiles et de calcaires à *Am. caletanus*, formant la plus grande partie de la falaise du Moulin-Hubert [1].

En-dessous, on voit :

16. — Sables et grès calcarifères, noirs ($2^m.00$).

Kimmeridgien inférieur.

17. — Argiles et calcaires à *Am. orthoceras*, *Ostrea deltoidea* et *Ostrea virgula* en grande abondance, formant la base de la falaise du Moulin-Hubert ($20^m.00$).

Au-delà du Moulin-Hubert, le pied de la falaise, caché par des éboulis, puis par des murailles, ne peut plus être observé. Au dessus, sur la colline qui est au nord du port de Boulogne, on voit reparaître les assises 13, 12, 11, etc.

[1] Plusieurs bancs de cette assise sont exploités, aux environs de Boulogne, pour la fabrication du ciment.

Au cours du déjeuner, M. Gosselet, comme résumé des faits constatés à la Rochette et comme introduction à l'excursion de l'après-diner, nous a exposé quelques vues générales sur le Wealdien du Boulonnais.

Ainsi que nous le savons déjà, les dépôts de cet étage s'étendent en transgression sur les divers étages jurassiques et jusque sur les terrains primaires. A la Rochette, nous les avons rencontrés sur le Purbeckien et le Portlandien supérieur qu'ils ravinent; à Réty, on les voit sur le Bathonien, à Locquinghem, sur le Calcaire carbonifère et plus au Nord ils débordent sur le Dévonien.

La faune du Wealdien de la Rochette indique des sédiments fluviatiles et lacustres voisins de la mer. Dans le nord du Boulonnais (Locquinghem), ces dépôts passent à des couches nettement marines à fossiles néocomiens (*Trigonia aliformis*). Il faut donc considérer le Wealdien du Boulonnais comme un facies continental du Néocomien.

Après le Purbeckien, qui termine le Jurassique, le Boulonnais a subi une émersion totale et les couches jurassiques y ont été plissées et fracturées [1]. La région est restée continentale pendant le Wealdien, sauf dans le Nord, où le Wealdien passe au Néocomien. A l'époque aptienne, la mer a de nouveau envahi complètement le pays.

Le Wealdien du Boulonnais consiste en sables, graviers, argiles et minerai de fer (limonite). L'argile blanche ou panachée est souvent exploitée pour la fabrication des produits réfractaires. Le minerai de fer a donné lieu à une industrie métallurgique jadis prospère, aujourd'hui en voie de disparition. Il est généralement vers la base du Wealdien; mais il peut aussi se rencontrer interstratifié dans les sables et les argiles. Parfois, cimentant le sable, il donne lieu à des grès ferrugineux. Il pénètre souvent en *poches* dans les roches jurassiques sous-jacentes.

(1) Ces mouvements se sont accentués après le dépôt du Crétacé.

L'ensemble des dépôts wealdiens a une épaisseur qui va de 10 à 20 mètres. Ils ont probablement recouvert l'ensemble du massif jurassique, mais aujourd'hui, ils sont réduits, par le creusement des vallées, à des lambeaux, parfois, il est vrai, très étendus, qui couronnent les hauteurs du Bas-Boulonnais. On les voit, en outre, affleurer au pied de la ceinture crayeuse.

B. — *Après-midi.* — **Excursion à St-Étienne-au-Mont.**

Cette excursion s'est faite en voiture, sous la conduite de MM. Gosselet, Parent, Rigaux et Sauvage.

Après avoir quitté l'agglomération de Boulogne, nous nous élevons, par Outreau, sur le massif qui sépare la vallée de la basse Liane de la falaise du Cap d'Alprech.

Ce massif est formé par le Portlandien surmonté de larges plaques de dépôts wealdiens.

A 4 kilomètres de Boulogne, près du moulin de Gravois et non loin du fort d'Alprech, une petite sablière voisine de la route nous montre, sous une faible épaisseur de limon, un sable ferrugineux, roux, à plaquettes limoniteuses, avec quelques petits cailloux de quartz et de phtanite noir. En dessous, on voit un sable très fin, limoneux, jaunâtre.

De ce point jusqu'au vallon qui sépare les hauteurs du moulin de Gravois de la colline de St-Étienne, on rencontre des deux côtés de la route un grand nombre d'anciennes exploitations de sables, argiles et minerais wealdiens.

Mais le but principal de l'excursion était la visite des exploitations, encore assez prospères, de minerai de fer qui sont ouvertes non loin de l'église de St-Étienne-au-Mont.

On y voit la coupe suivante, en procédant de haut en bas [1] :

(1) H. Parent. Deuxième note etc., p. 42.

1. — Sable jaune, fin, doux au toucher . . . $2^m.00$
2. — Sable blanc, à stratification entrecroisée. $3^m.00$
3. — Sable blanc, graveleux . . . . $0^m.80$
4. — Argile sableuse, blanche. . . . . $1^m.00$
5. — Gravier de petits galets noirs et gris $2^m.50$ à $3^m.00$
6. — Argile blanche, pure. . . . . $0^m.50$
7. — Sable roux, à lits graveleux . . $0^m.50$ à $1^m.00$
8. — Argile grise, avec gros noyaux sableux $0^m.50$ à $1^m.50$
Cette argile remplit des dépressions dans la couche suivante ravinée.
9. — Sable jaune, doux au toucher. . . $1^m.00$ à $2^m.00$
10. — Limonite en plaquettes, en couche ondulée. $0^m.20$
11. — Argile plastique, verte. . . . . . . $0^m.30$
12. — Limonite géodique, dont la base n'est pas visible.

M. **Max. Lohest** fait remarquer combien est fréquente l'association d'argiles et de sables blancs avec les gisements de limonite concrétionnée. Il est d'avis qu'il n'y a là souvent qu'une accumulation, en certains points, sous l'influence de l'eau météorique et de la végétation, de fer primitivement contenu dans les roches voisines, en général à l'état de glauconie. Les sables glauconifères, sous ces influences, deviennent rougeâtres, puis blancs, et le fer va se précipiter en dessous à l'état de limonite; ou bien l'hydroxyde ferrique forme des masses géodiques dans le sable décoloré et, quand on les brise, on les trouve parfois remplies de sable glauconifère.

Les déblais de la carrière permettent de constater que le limon superficiel de la hauteur de St-Etienne renferme une grande quantité de silex de la craie, non roulés ou du moins peu roulés. M. Gosselet tend à considérer comme représentant un diluvium, ces cailloux qui, nous dit-il, couronnent toutes les hauteurs voisines.

M. **Mourlon** fait remarquer qu'il croit y reconnaître de nombreux silex utilisés, éolithiques [1].

Au moment de remonter en voiture, M. Gosselet nous engage à jeter un coup d'œil vers le Sud. On aperçoit, dans cette direction, et l'on suit vers l'Est, l'escarpement crétacé qui entoure le Bas-Boulonnais ; des surfaces blanches, visibles en plusieurs points sur les pentes les plus raides, indiquent la tranche des assises crayeuses.

Vers la droite, on voit le rempart crétacé disparaître sous les dunes de Neufchâtel et, en-deçà, une croupe dunale s'avance comme un promontoire vers l'intérieur des terres et viendrait menacer la vallée de la Liane si le boisement n'avait mis fin à ses progrès.

Excursions du mardi 20 septembre 1904.

Avant le départ de Boulogne, M. Gosselet nous expose la composition et la structure des massifs primaires qui seront étudiés au cours de cette journée et de la suivante.

« Les terrains dévoniens et carbonifères du Boulonnais » font partie du bassin géologique de Namur. Ils sont com- » pris entre une région silurienne reconnue par puits à » Caffiers, et représentant le massif du Brabant, et un » plateau également silurien, atteint par sondages au cap » Gris-Nez, (453 m.), au Pas-de-Gay (443 m.) et près de » Desvres (148 m.). Ce plateau peut être comparé à la crête » silurienne du Condroz. Au Sud, près de Samer, on a » atteint, à 152 mètres de profondeur, le terrain gedinnien » du nord du bassin de Dinant.

» Dans la région comprise entre Caffiers et Marquise, la » dénudation des terrains secondaires et le creusement des » vallées ont mis à notre portée le Dévonien et le Carbo- » nifère sur une assez grande étendue. C'est là que se sont

[1] M. Mourlon nous écrit que de nouvelles recherches, qu'il a faites après l'excursion, ont pleinement confirmé sa première impression.

» établies les nombreuses carrières du Boulonnais et les » houillères voisines d'Hardinghen et de Ferques. Ce massif » primaire est de structure très compliquée; il a donné lieu, » depuis le milieu du XVIIIe siècle, à un grand nombre de » travaux géologiques qui l'ont depuis longtemps rendu » classique.

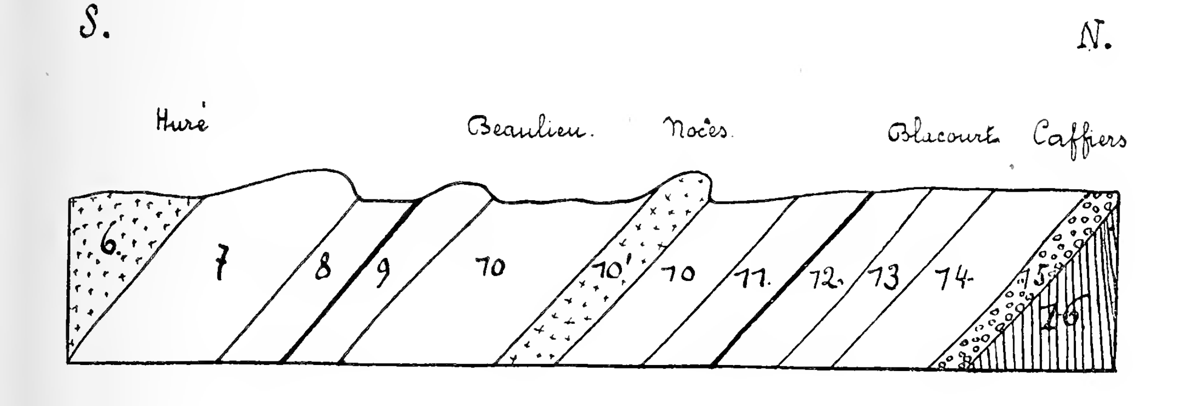


Fig. 4.

Coupe du Dévonien du Boulonnais (bande de Ferques), en suivant le chemin de fer, de Caffiers à Hure, d'après M. Gosselet.

Légende commune aux figures 4, 5, 6 et 7.

1. Houiller productif.
2. Houiller inférieur (grès des Plaines).
3. Calcaire à *P. giganteus*.
4. Calcaire Napoléon, à *P. undatus*.
5. Calcaire du Haut-Banc, à *P. cora*.
6. Dolomie de Hure.
7. Grès à *Cucullea* (Famennien).
8. Schistes à *S. Verneuili* (id.)
9. Calcaire de Ferques.
10. Schistes de Beaulieu.
10'. Dolomie des Noces.
11. Calcaire de la Cédule.
12. Calcaire de Blacourt.
13. Grès à végétaux.
14. Schistes rouges.
15. Poudingue de Caffiers.
16. Silurien.

» On peut le considérer comme divisé en deux bandes » par la *faille de Ferques*, dirigée à peu près de l'WNW. » à l'ESE.

» Au nord de la faille [1] se trouve la *bande de Ferques* » (fig. 4) qui est *en place* et en stratification normale, repo- » sant au Nord sur le Silurien du Brabant. Nous en ferons » la coupe dans la première excursion de ce jour. Nous » reconnaîtrons successivement le Givétien, le Frasnien, le » Famennien, le Calcaire carbonifère du bord nord du bas- » sin de Namur, en couches régulièrement inclinées au Sud. » Nous parviendrons même jusqu'au terrain houiller, nor- » malement superposé au Dinantien mais, immédiatement, » nous verrons la succession régulière brusquement inter- » rompue par la faille de Ferques.

» C'est là que commence la *bande sud*, formée par une » série de blocs qui ont été poussés vers le Nord, charriés » sur le terrain houiller en place.

» Cette bande peut se diviser en quatre *massifs* qui sont, » de l'Ouest à l'Est, ceux de *Leulinghen*, du *Haut-Banc*, » de *Locquinghem* et le *massif de Rinxent* qui est au sud » de celui du Haut-Banc.

» Ces massifs étant surtout constitués par le terrain » carbonifère, il est nécessaire, tout d'abord, de donner la » stratigraphie locale de ce système :

» Terrain houiller.

» 1. *Houiller productif*. Schistes avec couches de houille, » appartenant à la zone moyenne de M. Zeiller.

» 2. *Grès des Plaines d'Hardinghen*, à *P. carbonarius*. » Grès, psammites, calcaires noirs, schistes noirs, et quel- » ques minces veines de houille.

» Calcaire carbonifère.

» 1. Calcaire bleu foncé ou noir, avec bancs gris de

(1) Il faut se garder de confondre la *faille de Ferques* avec notre *grande faille du Midi*. L'analogue de celle-ci passe beaucoup plus au Sud. On l'a reconnue au Waast, au sud d'Hardinghen, par un sondage qui a atteint le Dévonien du bassin de Namur sous 112 mètres du Silurien.

» fumée. *Productus giganteus* (niveau du marbre *Joinville*).

» 2. Calcaire blanc, dit *Napoléon*. *Productus undatus*, » *Spirifer glaber* (marbres *Napoléon*, *Lunel*, etc.).

» *3*. Calcaire du Haut-Banc, gris ou violacé. *Productus* » *cora* (marbres *Henriette* et *Caroline*).

» *4*. Dolomie de Hure.

» Nous pouvons maintenant examiner la structure des » massifs situés au sud de la faille de Ferques.

» *1*. Le *massif de Leulinghen* (fig. 5) sera étudié cet » après-midi, dans les carrières situées entre Ferques et » Blecquenecque. Nous y verrons, après avoir franchi la » faille de Ferques, les couches des calcaires à *Productus* » *undatus* et à *P. cora* inclinées d'une façon générale vers » le Nord et se succédant du haut en bas, à mesure qu'on » marche vers le Sud.

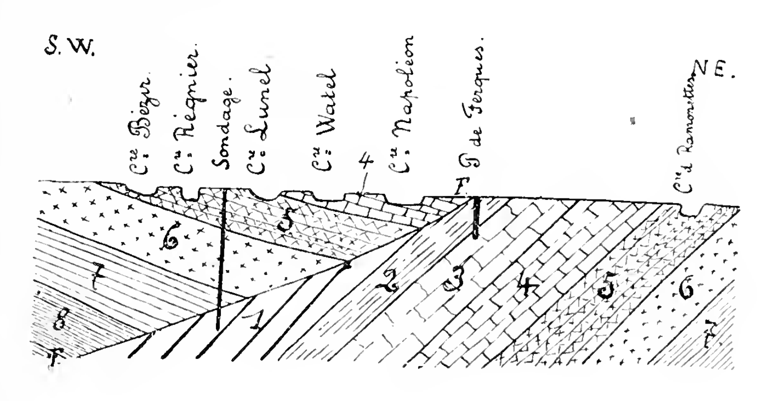


FIG. 5.

Coupe du Carbonifère de la bande de Ferques et du massif de Leulinghen, d'après M. Gosselet. FF., faille de Ferques.

» On sait, par plusieurs sondages, qu'il y a de la houille » sous le massif de Leulinghen, que ce massif n'est, par » conséquent, qu'un lambeau de recouvrement. Près de la » carrière Lunel, on a atteint le Houiller à 468 m. de pro- » fondeur, après avoir traversé successivement de haut » en bas, le calcaire à *P. undatus*, le calcaire à *P. cora* et

» la dolomie qui forme ici la base du Dinantien. *Le Cal-*
» *caire n'est donc pas renversé sur le Houiller : il a glissé*
» *sur lui.*

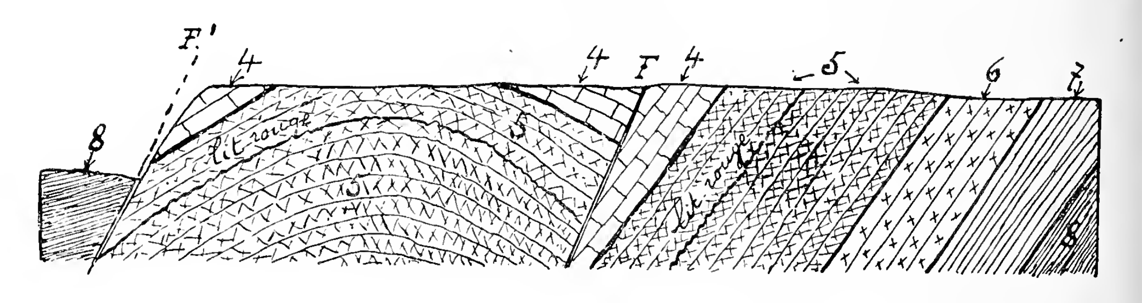


Fig. 6

Coupe du Carbonifère de la bande de Ferques
et du massif du Haut-Banc, d'après M. Gosselet.
F, faille de Ferques.
F', faille d'Hydrequent.

» Mais on est incertain de la disposition du Houiller. » On ne sait s'il est régulièrement superposé au grès » houiller du puits de Ferques, comme je suis disposé à le » croire, ou s'il se trouve dans une position analogue à » celle du Houiller du puits de Réty (voir plus loin).

» 2. Le *massif du Haut-Banc* (fig. 6) consiste surtout » en un dôme très surbaissé, formé par le calcaire à » *P. cora* plongeant dans tous les sens d'environ 10°. Au » Nord et au Nord-Ouest, il s'enfonce sous les couches du » calcaire blanc à *P. undatus* et *S. glaber*. Au Sud-Ouest, » une faille inverse (faille d'Hydrequent) le sépare des » schistes famenniens qui ont chevauché du Sud au Nord, » sur le massif du Haut-Banc. Vers l'Est, ce massif se » relie peut-être au calcaire de recouvrement du massif de » Locquinghen. On en a conclu que le terrain houiller des » puits de Réty se poursuit sous le calcaire du Haut-Banc. » L'hypothèse est plausible, mais son exactitude n'est pas » encore démontrée.

» 3. Le *massif de Locquinghen* (fig. 7) a une structure

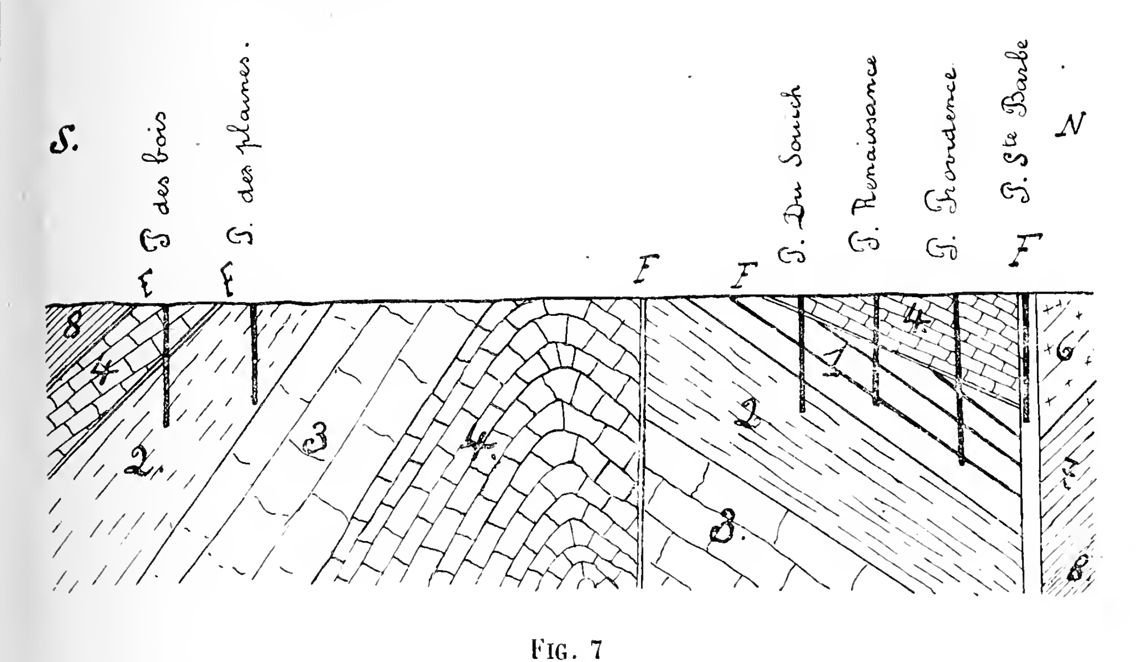


FIG. 7
Coupe du massif de Locquinghen, d'après M. Gosselet.

» très complexe. D'une manière générale, c'est une voûte
» dont l'axe, formé par une bande de calcaire à *P. undatus*
» *et S. glaber*, passe sous le Bois-des-Aulnes. Sur ce cal-
» caire, on trouve le calcaire noir à *P. giganteus*, qui
» manque peut-être du côté nord, où il y aurait une faille.
» De chaque côté de la voûte, on voit les grès du Houiller
» inférieur (*grès des plaines d'Hardingen*) avec un plonge-
» ment régulier vers le Nord ou vers le Sud, suivant sa
» position. C'est dans ces grès que sont percés les puits
» *des Plaines* et *du Bois*.

» Du côté sud, le grès des Plaines est recouvert par un
» étroit lambeau de calcaire à *P. undatus*, puis par la
» bande de psammites famenniens de Rougefort. On doit
» admettre que le calcaire a chevauché du Sud au Nord
» sur les grès houillers et que le Famennien a chevauché de
» même sur le calcaire.

» Du côté nord, le grès des Plaines s'enfonce régulière-
» ment sous le Houiller productif, dans lequel ont été

» percés les nombreux puits des concessions de Réty et » d'Hardinghen [1] ; mais ces couches houillères n'affleu- » rent pas. Elles sont complètement recouvertes par une » masse de calcaire à *P. undatus* qu'il faut percer pour » atteindre la houille, et le calcaire est séparé du Houiller » par une faille très oblique. Ce calcaire devait se réunir, » primitivement, avec celui qui est au sud de la voûte. Ils » constituaient ensemble une grande nappe de recouvre- » ment, un lambeau de poussée, superposé au grès des » Plaines et au Houiller productif.

» Le côté nord de la voûte, formé inférieurement par » le Houiller et au-dessus par le calcaire de recouvrement, » va buter contre une grande faille verticale qui le sépare » de la bande de Ferques. C'est précisément dans cette » faille, prolongement de la faille de Ferques, qu'avait » été creusé le puits Ste-Barbe.

» 4. Le *massif de Rinxent* comprend le calcaire à *P.* » *cora* qui affleure près du Moulin-des- Combles, non loin » de la gare de Rinxent-Marquise et la dolomie visible » un peu à l'est des usines de Marquise.

» Ce massif est séparé par une faille de la bande famen- » nienne d'Hydrequent qui butte contre le massif du » Haut-Banc par la faille d'Hydrequent. »

A. *Avant-midi.* — **Bande de Ferques. Course de Caffiers à Ferques. Dévonien du Boulonnais** (fig. 4).

Partis de Boulogne-Tintelleries à 8 h. 38, nous sommes descendus du train à la gare de Caffiers, à 9 h. 24.

Le village de Caffiers est situé près de l'endroit où le chemin de fer de Boulogne à Calais, sortant de la dépression du Bas-Boulonnais, s'engage par une série de tranchées dans l'escarpement crétacé qui l'entoure, pour

[1] Puits *Du Souich, Renaissance, Providence, Glaneuses n° 1 et n° 2,* etc.

descendre ensuite la pente extérieure du dôme wealdo-boulonnais et arriver bientôt à la plaine des Flandres.

La gare de Caffiers est située à peu près au point où la voie ferrée croise la crête crayeuse. Une carrière ouverte un peu au sud montre la craie sénonienne à *Micraster cortestudinarium*, recouverte de Landénien en lambeaux discontinus ou en vestiges affaissés dans des poches de dissolution. Au-dessus, s'étend du limon pleistocène, exploité près de là dans de grandes briqueteries.

Nous suivons d'abord la route de Boulogne, puis le chemin qui mène vers la Cédule. Descendant maintenant la pente intérieure du rempart du Boulonnais, nous passons près d'une ancienne carrière ouverte dans la craie à *Micraster* et, un peu plus loin, nous pouvons, à la nature du sol, nous rendre compte du passage de la zone de l'argile du Gault.

C'est non loin de là, vers le village de Caffiers, que fut foré, en 1840 environ, le sondage où, en cherchant le terrain houiller, on rencontra des schistes siluriens à *Monograptus colonus*, équivalents du sommet de notre assise de Ronquières (*Sl2b*) ou de l'assise de Ludlow.

Le Silurien n'affleure pas, mais, au point de vue des terrains primaires, nous pouvons dire que nous sommes ici sur le massif silurien du Brabant et dans une position à peu près comparable à celle de la tranchée du bois de Chênemont, au sud de Gembloux. La suite de l'excursion va nous montrer, à mesure que nous nous avancerons vers le Sud, une coupe analogue, pour ce qui concerne le Dévonien, à celle de l'Orneau, c'est-à-dire la série des terrains du bord nord du bassin de Namur, à partir du poudingue d'Alvaux.

Le poudingue d'Alvaux a ici pour représentant le *poudingue de Caffiers*, dont nous trouvons bientôt les galets dans un chemin creux, non loin du hameau de la Cédule.

Nous rejoignons ensuite le chemin de fer de Calais à Boulogne; une vieille carrière, ouverte un peu à l'ouest de la voie, nous montre des grès verdâtres à débris végétaux: *Lepidodendron gaspianum? Rhodea (Rhacophyton) Condrusorum?*

Nous traversons la voie ferrée et, dans la tranchée d'un chemin de fer industriel qui lui est parallèle (chemin de fer des charbonnages d'Hardinghen), nous voyons le *calcaire de Blacourt* (= d'Alvaux) à *Stringocephalus Burtini, Cyathophyllum bononiense, etc.*

Il n'y a rien ici qui rappelle les roches rouges du Mazy. Près d'un passage à niveau qui est un peu plus loin, apparaît dans un chemin creux, à l'ouest du chemin de fer, la *dolomie des Noces* (= de Bovesse). Le *calcaire de la Cédule* à *Spirifer orbelianus* et les schistes à *Chonetes Douvillei* qui la séparent du calcaire de Blacourt ne sont pas visibles ici.

En ce point, nous quittons la voie ferrée et, guidés par M. Rigaux, nous allons dans les champs qui sont à l'ouest et où des fossés mettent à découvert les schistes altéres (*schistes de Beaulieu* de M. Rigaux), faire une ample récolte de fossiles frasniens. Ils sont particulièrement abondants dans les schistes à *Streptorhynchus Bouchardi* et les schistes à *Streptorhynchus elegans*, compris dans la série intercalée entre la dolomie des Noces et le calcaire de Ferques et rattachable à notre assise de Bovesse.

Afin de voir le *calcaire de Ferques*, nous nous rendons aux vieilles carrières qui se trouvent au nord du village de ce nom, à proximité de la grand'route de Boulogne.

Le calcaire de Ferques, répondant au calcaire de Rhisnes, est divisible en une série de zones dont plusieurs sont d'une extrême richesse en fossiles. Les principaux sont, d'après M. Rigaux :

Aviculopecten Neptuni
Athyris concentrica
Atrypa reticularis
Spirifer Bouchardi
» *Verneuili*
Rhynchonella ferquensis
Streptorhynchus devonicus
Orthis striatula
Leptæna Dutertrii
Strophomena latissima
Chonetes armata
Strophalosia productoides
Productus subaculeatus
Acervularia Davidsoni
Cyathophyllum Bouchardi
» *profundum*
Favosites dubia
Thecostegites Bouchardi
Smithia bononiensis
Alveolites subæqualis
Chætetes Goldfussi
Metriophyllum Bouchardi
Retepora antiqua.

Les carrières de Ferques, dont l'exploitation est aujourd'hui très peu active, ont fourni entre autres le marbre *stincal.*

Reprenant notre marche vers le Sud, nous passons, à quelques centaines de mètres des exploitations de Ferques, près de l'emplacement d'une vieille carrière, où l'on a extrait des grès famenniens à *Cuculéea.* Les schistes rouges intercalés entre ces grès et le Frasnien ne sont pas visibles sur notre itinéraire.

B. *Après-midi.* — **Calcaire carbonifère et terrain houiller de la bande de Ferques. Faille de Ferques. Calcaire carbonifère du massif de Leulinghen. Sable jurassique inférieur. Oolithe bathonienne.**

Après un repas pris au hameau des Ramonettes, nous nous mettons en route pour commencer l'étude du Calcaire carbonifère de la région comprise entre Ferques et Blecquenecque. Notre itinéraire croise la faille de Ferques et il y a lieu, par conséquent, de distinguer, dans cette région, le Calcaire carbonifère en place, reposant sur la série dévonienne qui a été relevée dans la course de ce

matin (= bande de Ferques) et le massif calcaire ramené au Nord selon la surface de chevauchement de la faille de Ferques (= massif de Leulinghen) (voir fig. 5).

1°. — *Bande de Ferques.* — Le premier endroit visité est la *carrière des Ramonettes*, à proximité du village de Ferques. On y voit le calcaire du Haut-Banc, violacé, à *Productus cora*, en couches inclinées, à peu près vers le Sud, à 25° ou 30°.

Un peu plus à l'Ouest, la *carrière Paulin* nous montre la même assise, inclinée également au Sud, dans deux excavations récemment réunies en une seule. Dans l'excavation méridionale, nous avons pu examiner à loisir les bancs exploités sous les noms de *marbre Henriette* et de *marbre Caroline*. Le marbre Henriette repose sur le marbre Caroline et lui est presque juxtaposé. Le marbre Caroline est en deux zones épaisses de $0^{m}50$ et espacées d'environ $0^{m}80$.

Nous suivons ensuite le chemin qui se dirige vers le Sud-Ouest, en marchant sur les tranches des bancs redressés du calcaire Napoléon à *P. undatus*, puis du calcaire noir à *P. giganteus* et nous arrivons bientôt devant un ancien terril de houillère.

C'est là que, vers 1840, fut creusée la fosse de Ferques. On y a trouvé un gisement inexploitable, intercalé dans des schistes et des grès avec des calcaires noirs à *Productus carbonarius*, le tout reposant sur le Calcaire carbonifère en couches inclinées au Sud. Le fond du puits a atteint le Calcaire carbonifère sous-jacent, appartenant à la bande de Ferques, tandis que les travaux poussés au Sud ont buté contre le calcaire Napoléon amené en contact avec le Houiller par la faille de Ferques.

Le terrain houiller inférieur ne forme, à la surface du sol, qu'une bande étroite, resserrée entre les deux massifs calcaires.

On pouvait admettre, d'après ces faits, qu'au-dessus

du terrain houiller inférieur de la vieille fosse de Ferques, on rencontrerait le terrain houiller productif, recouvert par le massif calcaire de Leulinghen. Et, en effet, un sondage pratiqué à travers ce massif a rencontré, à 436 mètres de profondeur, le terrain houiller proprement dit, renfermant un gisement exploitable que la nouvelle fosse d'Hydrequent (voir p. 222) est destinée à mettre à fruit.

2° *Massif de Leulinghen.* — Franchissant l'affleurement de la faille de Ferques, nous pénétrons dans le massif de Leulinghen (voir fig. 5, p. 201).

Nous arrivons bientôt à la carrière Sauvage (*carrière Napoléon*). Nous y trouvons le calcaire Napoléon, blanc, gris très clair ou jaunâtre, en bancs épais, mal stratifiés, inclinés dans l'ensemble vers le Nord. On y rencontre *Spirifer glaber*, *Productus undatus*, etc.

Non loin de là, nous visitons la *carrière Watel*, puis la *carrière Lunel,* ouvertes dans la même assise, en couches plus nettes; *S. glaber* y est abondant. Dans la carrière Lunel, le calcaire Napoléon proprement dit repose sur le marbre Lunel qui occupe la partie inférieure de l'excavation et appartient déjà à l'assise du Haut-Banc à *P. cora*. C'est un calcaire gris à la partie supérieure et violet vers le bas, avec *P. cora* associé à *S. glaber*. Ces couches Lunel forment donc le passage entre le calcaire Napoléon et le calcaire du Haut-Banc proprement dit.

L'inclinaison des couches est de 35° vers N 20° E.

La carrière Lunel nous présente, en outre, une coupe intéressante dans un recouvrement discordant d'âge jurassique. La partie supérieure de l'excavation est occupée par une épaisseur d'environ $4^{m}.00$ de calcaire oolithique bathonien à *Rhynchonella concinna*, en couches horizontales. En dessous, viennent des sables sans fossiles, remplissant des poches de dissolution irrégulières, creusées dans le Calcaire carbonifère.

L'âge de ces sables, qui se présentent parfois accompagnés d'argiles et de lignite, est mal déterminé. M. Gosselet les rattache avec doute au Bajocien, alors que M. Rigaux les place plutôt à la base du Bathonien. En 1880, lors de l'excursion de la Société géologique de France dans le Boulonnais, F.-L. Cornet, les comparant aux dépôts aachéniens, ou plutôt *aachéneux* du Hainaut, exprima l'avis que la date de la formation de ces dépôts continentaux peut se placer entre celle des dislocations des terrains primaires et l'époque des sédiments marins qui les recouvrent, sans qu'il soit possible, dans la plupart des cas, de préciser davantage. Dans le Hainaut, le régime continental auquel ils correspondent n'a cessé qu'à l'époque de *Trigonia dædalea*, tandis que, dans le Boulonnais, il a été interrompu en pleine période jurassique, par l'arrivée de la mer bathonienne.

« Les eaux marines », disait-il, « ont recouvert les terrains » primaires du Boulonnais avant ceux du département du » Nord et ceux-ci avant d'entrer en Belgique. C'est pour- » quoi les argiles ligniteuses qui se trouvent sur le Calcaire » carbonifère des environs de Marquise appartiennent, » quoique antérieures à l'oolithe jurassique, au même » ensemble de dépôts continentaux, recouverts en Belgique » par des grès appartenant au terrain crétacé moyen » [1].

Nous visitons ensuite la *carrière Régnier* (à M. Paulin). On y exploite le calcaire violacé du Haut-Banc, à *P. cora*, incliné de 25° au N 15° E. Dans la partie supérieure, le calcaire est dolomitisé et une couche riche en polypiers se trouve à cette hauteur. Dans le fond, le banc du marbre Henriette est mis à jour, mais le marbre Caroline n'est pas visible.

Comme l'exploitation précédente, la carrière Régnier

[1] *Bull. Soc. géol. de France*, 3 série, t. VIII, p. 514, 1880.

présente des poches creusées dans le calcaire et remplies de sables continentaux recouverts par l'oolithe de Bath.

Enfin, une dernière carrière nous montre, outre les mêmes dépôts de recouvrement, dans sa partie supérieure les marbres Henriette et Caroline et en-dessous les calcaires blancs et gris de l'assise du Haut-Banc (banc de 11 pieds etc).

Là se terminait l'étude de la série des carrières de Blecquenecque, ouvertes dans le Calcaire carbonifère du massif de Leulinghen. Bien que l'allure des couches dans les différentes exploitations soit souvent irrégulière et présente même parfois des pendages vers le Sud, tous les excursionnistes furent d'accord pour admettre que l'inclinaison générale se fait au Nord et que la succession des assises est bien celle que M. Gosselet a indiquée depuis longtemps.

Nous nous dirigeons ensuite vers la gare de Rinxent-Marquise. Après avoir traversé un plateau entièrement occupé par le Jurassique, nous croisons, un peu au nord de la gare et en aval du moulin du Comblé, le vallon du ruisseau de Basse-Normandie. Du côté septentrional affleure le calcaire du Haut-Banc et la dolomie subordonnée à cette assise. De l'autre côté, on voit les psammites du Famennien supérieur. Ces deux affleurements sont séparés par une faille. Nous sommes là dans le *massif de Rinxent.*

Au haut du versant méridional du vallon, le Jurassique reparaît et des carrières voisines de la gare de Rinxent-Marquise nous montrent l'oolithe bathonienne de Marquise à *Rhynchonella Hopkinsi.*

Là se terminait notre deuxième journée d'excursion.

Excursions du mercredi 21 septembre 1904.

Les excursions de cette journée avaient pour objet principal l'étude de la tectonique des terrains paléozoïques du Boulonnais, sur laquelle la seconde partie de l'excursion du jour précédent nous avait déja procuré des notions importantes. La course du matin a été spécialement consacrée à la région des anciennes houillères d'Hardinghen, à l'est du chemin de fer de Calais à Boulogne (massif de Locquinghen); puis nous avons revu une partie de la bande de Ferques à proximité du chemin de fer. L'après-midi, nous avons étudié les terrains primaires le long du chemin de fer, au sud de la halte du Haut-Banc, et dans la région qui s'étend entre la voie ferrée et les exploitations de Calcaire carbonifère visitées dans la journée d'hier (massif du Haut-Banc).

A. — *Avant-midi.* — **Massif de Locquinghen. Bande de Ferques** (voir fig. 7, p. 203).

Comme les jours précédent, nous avons quitté Boulogne-Tintelleries par le train de 8 h. 43 et nous en sommes descendus à 9 h. 16 à la halte du Haut-Banc.

Nous nous sommes dirigés immédiatement vers la fosse Providence du charbonnage d'Hardinghen, où le Houiller est recouvert de 175 mètres de Calcaire carbonifère. Là, M. Ludovic Breton, s'aidant des plans des anciens travaux et d'une coupe passant par les puits Providence, Renaissance et Du Souich, nous a exposé l'historique de ces exploitations, les faits qui y ont été constatés et les causes qui les ont fait interrompre.

Au sud de la fosse Providence, nous voyons les fosses Renaissance et Du Souich. A 200 mètres au sud-est du puits Renaissance, se trouve la fosse Glaneuse n° 2 qui a rencontré le Houiller à 55 mètres, après avoir traversé

successivement 20 mètres de Famennien et 3 mètres de Calcaire carbonifère.

Nous nous dirigeons ensuite vers le Nord et, chemin faisant, nous nous arrêtons un instant à une ancienne exploitation d'argile du Gault. Entre ce point et la fosse Providence, le Wealdien est en affleurement, mais nous n'avons pas eu l'occasion de l'observer.

Non loin du chemin de fer, nous examinons la *carrière des Jardins*, présentant un calcaire fortement disloqué, bréchoïde en grand. C'est là que passe la faille de Ferques.

Suivant ensuite vers le Nord la voie ferrée industrielle parallèle au chemin de fer de Calais, nous pénétrons sur la bande de Ferques, c'est-à-dire sur le massif primaire en place et nous revoyons du haut en bas, dans la tranchée et dans les carrières voisines, une partie de la série stratigraphique explorée hier en sens inverse. C'est d'abord le calcaire du Haut-Banc à *P. cora*, dans le prolongement direct des bancs de la carrière des Ramonettes, puis la *dolomie de Hure*, que nous observons ici pour la première fois. Près d'un passage à niveau, nous constatons que la dolomie est remplie de crinoïdes.

Les tranchées montrent ensuite des psammites famenniens décolorés, blancs et rouges, puis des schistes argileux du même étage et enfin le calcaire de Ferques.

MM. M. Lohest et H. Forir montrent, dans les schistes de la tranchée, un banc fossilifère, contenant de nombreux *Aviculopecten* en parfait état; ce banc, selon eux, est semblable à celui que l'on observe au même niveau, c'est-à-dire dans le Famennien inférieur, près de Villers-le-Temple (Belgique) et de la station de Huy (Nord) et contient les mêmes fossiles. Ils sont d'avis l'un et l'autre qu'il est impossible de délimiter, dans la tranchée comme dans la carrière suivante, les différentes assises établies, en Belgique, dans le Famennien, contrairement à l'opinion de M. Mourlon.

Quittant la voie ferrée, nous pénétrons dans le bois de Beaulieu à l'est du chemin de fer et prenons un sentier qui nous ramène vers le Sud, dans la bande famennienne. Une longue et étroite tranchée nous montre les schistes rougeâtres à *S. Verneuili* de la partie inférieure et nous mène dans une carrière où les psammites ont été exploités.

M. Mourlon présente, au sujet des couches qui la composent, les intéressantes considérations résumées dans la note ci-après :

Considérations sur le Dévonien supérieur (Famennien) de la carrière du bois de Beaulieu, située entre Le Hure et Fiennes (Bas-Boulonnais)

PAR

MICHEL MOURLON

La carrière du bois de Beaulieu, dite du petit chemin de fer, présente, sur une longueur d'un peu plus de 120 mètres, en y comprenant la petite tranchée au Nord-Est, pratiquée pour en permettre l'exploitation, la succession de couches que voici :

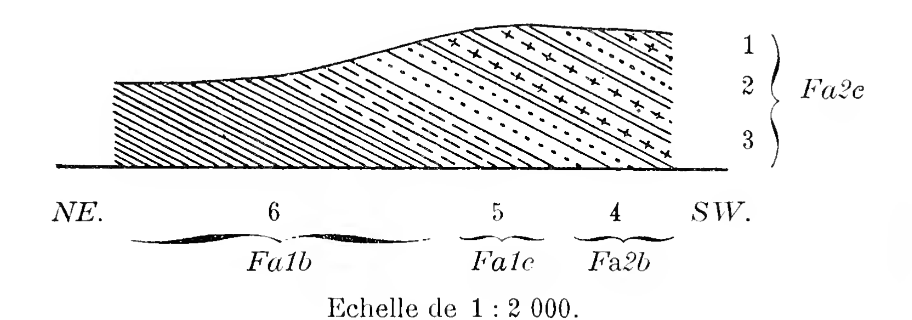


FIG. 8. Coupe de la carrière du bois de Beaulieu.

Fa2c. 1. Schistes verdâtres et bancs terreux jaunâtres, légèrement noduliformes.

2. Banc de grès peu ou point pailleté.

	3.	Schistes bleuâtres, alternant avec des macignos noduleux et surmontés de psammites et schistes noduliformes verdâtres ; les couches n° 1, 2 et 3 sont visibles sur une longueur de	Mètres 30
Fa2b.	4.	Psammites grésiformes jaunâtres, blanchâtres et rosâtres comme ceux des Ecaussines, en bancs inclinés 25° Sud, parfois assez durs pour être exploités, sur	12
Fa1c.	5.	Psammites en bancs assez épais, parfois terreux à la partie supérieure, alternant avec des schistes et se présentant, au contact des couches n° 4, sous la forme de psammite stratoïde	20
Fa1b.	6.	Schistes rouge violacé, présentant des traces de fossiles à la partie supérieure, visibles sur environ	60
		Total	122

Interprétation. — Afin de chercher à établir quelles sont les relations stratigraphiques des couches de la carrière ci-dessus avec celles du Famennien, si développées en Belgique, et que j'ai été amené, depuis nombre d'années, à grouper en un certain nombre d'assises, il ne sera pas inutile de reproduire ci-après, les principaux caractères de celles-ci, tels qu'ils se trouvent consignés dans la Légende de la Carte géologique à l'échelle du 40 000e.

Famennien supérieur (*Fa2*).

Assise de Comblain-au-Pont (*Fa2d*).

Fa2d. Alternance de calcaire, de schistes, de psammites et de macigno. *Phacops granulosus*, *Rhynchonella Gosseleti.*

Assise d'Evieux (*Fa2c*).

Fa2c. Psammites et schistes à végétaux et à débris de poissons, avec macignos ou schistes noduleux. *Palæopteris hibernica.*

Assise de Monfort (*Fa2b*).

Fa2b. Psammites massifs à pavés, rouges vers le haut, avec couches stratoïdes vers le bas. *Cucullæa Hardingii*.

Assise de Souverain-Pré (*Fa2a*).

Fa2a. Macignos ou schistes noduleux, avec psammites et schistes vers le haut. *Streptorhynchus consimilis*.

FAMENNIEN INFÉRIEUR (*Fa1*).

Assise d'Esneux (*Fa1c*).

Fa1c. Psammites stratoïdes et schistoïdes, avec nombreux *Spirifer Verneuili* et tiges d'encrines minces. Psammites grésiformes et schistes à *Rhynchonella Dumonti*, des carrières d'Hymiée (Gerpinnes).

Assise de Mariembourg (*Fa1b*).

Fa1b. Schistes souvent violacés, avec psammites. Oligiste oolithique de Vezin. *Rhynchonella Dumonti*.

Assise de Senzeilles (*Fa1a*).

Fa1a. Schistes souvent verdâtres, fréquemment noduleux. *Rhynchonella Omaliusi*.

La partie supérieure de la carrière du bois de Beaulieu montre un superbe contact des assises de Monfort et d'Evieux, cette dernière étant bien nettement caractérisée par les couches minces de macigno alternant à sa base avec des schistes (n° 1, 2 et 3) qui, sur l'Ourthe, ont fourni le beau gîte à végétaux d'Evieux.

Quant à l'assise de Monfort, qui atteint une si grande épaisseur sur l'Ourthe et sur la Meuse, elle n'est plus représentée ici que par quelques mètres de sa partie supérieure, celle qui est caractérisée par la présence des *Cucullæa Hardingii*, *C. trapezium* et *C. amygdalina*, ren-

contrées à ce niveau dans le Boulonnais, comme en Belgique, notamment dans la carrière d'Houssoy (Vezin), près de Namur.

On peut donc affirmer que la plus grande partie de l'assise de Monfort fait complètement défaut dans la carrière du bois de Beaulieu.

Il en est de même de l'assise des macignos de Souverain-Pré, les bancs de la partie supérieure de Monfort se trouvant directement en contact avec des psammites stratoïdes, n° 5, caractérisant l'assise d'Esneux.

Quant aux schistes n° 6, bien qu'ils présentent tous les caractères des schistes violacés de l'assise de Mariembourg, il serait téméraire d'affirmer, en l'absence de fossiles déterminables, qu'ils appartiennent exclusivement à cette dernière assise et ne renferment pas aussi quelques vestiges de l'assise de Senzeilles, voire même peut-être de la partie tout-à-fait supérieure du Frasnien représentée, dans notre bassin septentrional, par les schistes de Franc-Waret. M. Rigaux, dont les connaissances en paléontologie stratigraphique ont été si souvent mises à contribution par les géologues belges et dont les premières publications sur le Bas-Boulonnais remontent à 1865, m'a dit, au cours de l'excursion, qu'il serait plutôt porté à considérer les schistes rouges de la carrière comme appartenant au Frasnien.

Il faudra donc attendre de nouvelles recherches paléontologiques pour se prononcer sur ce point spécial.

Observations. — Je voudrais profiter de l'occasion qui s'offre à moi de répondre au vœu que notre éminent président, M. Gosselet, a plus d'une fois, avec sa bienveillance habituelle, exprimé dans ses beaux travaux, de me voir synchroniser les couches famenniennes étudiées par lui dans le nord de la France, avec les assises dans lesquelles j'ai groupé les mêmes couches en Belgique, pour

faire remarquer combien, dans l'étude détaillée des différentes assises d'un même étage primaire, il faut se montrer circonspect, quant à la valeur et à la signification du caractère paléontologique. C'est ainsi qu'en faisant connaître, en 1885, l'existence des psammites du Condroz aux environs de Beaumont et en décrivant, en 1886, le Famennien de l'Entre-Sambre-et-Meuse, j'ai assimilé erronément aux macignos de l'assise d'Evieux, des couches de schistes noduleux cariés ou macignos altérés à *Streptorhynchus consimilis*, qui appartiennent bien incontestablement à l'assise de Souverain-Pré.

Cette erreur ne provenait pas tant, comme cela m'a été reproché d'une façon quelque peu acerbe, de m'être laissé guider exclusivement par ce fait que les roches calcaires en question surmontaient des bancs de psammites grésiformes qui, sur leur prolongement, à Watisart, au sud de Jeumont, en France, donnaient lieu à des exploitations de pavés, alors que celles-ci semblent faire complètement défaut en Belgique, au-dessous du macigno du Souverain-Pré, mais elle résultait bien plutôt des caractères paléontologiques attribués à ces grès à pavés.

On se rappelle, en effet, que M. Gosselet y avait signalé une faune comprenant des lamellibranches tels que *Cucullæa amygdalina* qu'on a vu plus haut caractériser, par son abondance, la partie supérieure de l'assise de Monfort. Quoi de si surprenant, dès lors, d'avoir rapporté les couches calcaires surmontant les roches à cucullées de Watisart aux macignos d'Evieux plutôt qu'aux macignos de Souverain-Pré.

Cela étant dit, j'ai hâte d'ajouter que l'interprétation fautive a été rectifiée dans les feuilles de la carte géologique, dont la légende renseigne, pour l'assise d'Esneux, les psammites grésiformes et schistes qui, dans l'Entre-Sambre-et-Meuse, correspondent aux roches à cucullées de

Watisart. Ces dernières présentent une faunule spéciale à laquelle viennent s'ajouter ces curieux *Dictyospongidæ* du *Chemung group* d'Amérique, auxquels M. Ch. Barrois rapporte deux espèces décrites par lui sous les noms de *Dictyophyton tuberosum*, Conrad *sp.* et *Dictyophyton Morini, nov. sp.* (*Annales de la Soc. géol. du Nord*, t. XI, 1883, pp. 80-86, pl. I).

Dans sa coupe du Famennien de Watisart qu'il donne dans son magistral ouvrage : l'*Ardenne*, p. 563, M. Gosselet en a précisé le gisement dans le banc de grès (*e*) qu'il range dans sa zone du *grès de Cerfontaine*. Ce sera un des beaux titres du Maître dans la question du Famennien, d'avoir pu si bien distinguer ce grès de Cerfontaine rentrant dans mon assise d'Esneux, de celui des psammites de Dinant (*p*), correspondant à mon assise de Monfort, en montrant qu'il en est séparé par les schistes calcarifères caverneux (*p*) qui constituent la partie inférieure de sa zone des *schistes de Choisies*, absolument synchronique de mon assise des macignos de Souverain-Pré à *Streptorhynchus consimilis*.

B. — *Après-midi.* — **Massif du Haut-Banc. Carrières du Haut-Banc, de Basse-Normandie et de Basse-Falise. Faille d'Hydrequent. Carrières Joinville. Avaleresse d'Hydrequent** (voir fig. 6, p. 202).

Après le déjeuner, pris à proximité des carrières du Haut-Banc, nous commençons l'étude du massif du Haut-Banc, intercalé entre le massif de Leulinghen et celui de Locquinghen et limité au Nord par la faille de Ferques et au sud par celle d'Hydrequent.

Dans les grandes carrières du Haut-Banc et les excavations voisines, on exploite le calcaire du Haut-Banc à *Productus cora*. Il forme, dans l'ensemble, un anticlinal surbaissé, nettement indiqué par le *lit rouge*, sorte de *délit* argileux intercalé dans la masse (fig. 6, p. 202).

Cet anticlinal fait partie, comme nous le savons, d'une masse charriée : un bouveau du puits Providence a été poussé, sous le terrain houiller, jusque sous le Haut-Banc.

Les marbres Henriette et Caroline sont exploités dans le fond de la grande carrière ; ils sont distants d'environ 1m50. Les couches inférieures au marbre Caroline se voient de l'autre côté du chemin de fer.

Au-dessus du marbre Henriette, se trouvent environ 15 mètres de calcaire violacé à *Productus cora*, que surmonte le lit rouge. Sur le lit rouge, viennent des calcaires violacés à parties dolomitiques grises, riches en polypiers, déjà vues à la carrière Régnier.

Suivant la série des carrières en descendant la vallée, nous arrivons à Basse-Normandie où le calcaire violacé, incliné au Sud, est surmonté par les calcaires blancs à *Productus undatus* et *Spirifer glaber*. Cette assise comprend à la base le *calcaire Lunel*, gris pâle, homogène, employé comme pierre de taille, parfois comme marbre, surmonté du *calcaire Napoléon*, panaché de gris et de jaunâtre, d'où l'on tire le marbre le plus estimé du Boulonnais (1).

A Basse-Normandie, nous sortons de la vallée et nous nous rendons, en marchant vers le Nord-Ouest, à la grande et belle carrière de MM. Hainaux frères, située à Basse-Falise (Hydrequent). On y exploite avec activité et par les procédés modernes, les marbres Lunel et Napoléon, de l'assise à *Productus undatus* et *Spirifer glaber*.

Dans la partie sud de cette exploitation, les travaux ont mis à découvert le passage de la *faille d'Hydrequent* dont

(1) Dans la grande tranchée du chemin de fer de Calais à Boulogne, au sud de la halte du Haut-Banc, où M. Breton a mené une partie des excursionnistes, on voit une très belle coupe dans le calcaire du Haut-Banc. Les couches, d'abord régulièrement inclinées au Midi, prennent une allure de plus en plus tourmentée à mesure que l'on s'avance plus au Sud, vers la faille d'Hydrequent.

M. Gosselet a donné naguère une description détaillée [1]. C'est une faille inverse, inclinée au Sud et faisant chevaucher vers le Nord les schistes famenniens d'Hydrequent qui viennent recouvrir le massif dinantien du Haut-Banc, de même que celui-ci chevauche sur le Houiller. Des sondages pratiqués au sud de la faille d'Hydrequent ont successivement recoupé le Famennien et le Calcaire carbonifère non renversés, puis sont entrés dans le Houiller, donnant ainsi la démonstration directe de ces vues théoriques. On a rencontré le Houiller à 345 mètres à Hydrequent et à 436 mètres à Blecquenecque. Ce sont ces sondages qui ont fait décider le fonçage de la fosse d'Hydrequent dont nous allons parler.

Les deux lèvres de la faille d'Hydrequent, dans la carrière Hainaux, sont séparées par un remplissage complexe, formé d'éléments empruntés au Calcaire carbonifère aussi bien qu'au Famennien et fortement laminés.

De la carrière Hainaux, nous nous sommes rendus aux carrières Joinville (Hydrequent), situées un peu plus à l'Ouest. La faille d'Hydrequent se prolonge dans la première de ces carrières, appartenant à M. Lambert, et s'y présente en position presque verticale. Cette carrière exploite le calcaire Napoléon, de la variété dite *pied d'alouette*, surmonté du *Lunel rubané* ou *Lunel Notre-Dame*. Au-dessus, vient la zone à *Productus giganteus*, représentée par le *marbre Joinville*, gris à minces veines rouges, surmonté d'une petite épaisseur de calcaire noir à *Productus*.

La seconde carrière est située de l'autre côté de la route, à une altitude un peu plus forte. Elle est ouverte dans le marbre Joinville. Nous retrouvons ici le revêtement discordant de Bathonien, observé hier dans les carrières Lunel et Régnier.

(1) J. Gosselet. La faille d'Hydrequent. *Ann. Soc. géol. du Nord,* t. XXXII, p. 131, 1903.

L'excursion s'est terminée par la visite de l'avaleresse d'Hydrequent, de la *Société des mines de Ferques*, où M. Trouillot, directeur des travaux, nous a accueillis d'une façon fort aimable. L'enfoncement, exécuté par le procédé Chaudron, a traversé le Jurassique jusque 20 mètres de profondeur, puis les schistes famenniens à *Spirifer Verneuili* de 20 à 120, ensuite successivement les calcaires Napoléon et du Haut-Banc et se trouvait, lors de notre visite, dans la dolomie de Hure, à 326 mètres de profondeur.

Nous avons, comme la veille, repris le train pour Boulogne, à la gare de Rinxent-Marquise.

Excursions du jeudi 22 septembre 1905

Le but principal de l'excursion de la dernière journée était l'étude de la falaise crétacée du cap Blanc-Nez, de Wissant à Sangatte. Nous sommes arrivés de Boulogne à la gare de Calais à 9 h. 46 et le trajet jusque Wissant s'est fait en voiture. Nous avons eu l'occasion, en cours de route, de faire plusieurs observations non dépourvues d'intérêt.

A. — *Avant-midi.* — **Trajet de Calais à Wissant. Craie sénonienne. Diestien des Noires-Mottes.**

Du port de Calais au village de Sangatte, nous cheminons entre la plaine maritime et le cordon dunal qui va en se rétrécissant vers l'Ouest. Quittant Sangatte, nous nous élevons vers le massif crétacé du Blanc-Nez, c'est-à-dire sur le versant extérieur de l'enveloppe crayeuse du Boulonnais. Bientôt, laissant les voitures suivre la route carrossable, nous nous dirigeons vers les collines des *Noires-Mottes*.

Ce sont trois lambeaux de sable ferrugineux diestien, surmontant la craie du massif du Blanc-Nez. L'analogie d'aspect avec le Diestien des collines flamandes, des environs de Louvain, etc. est très frappante. On y retrouve les sables roux ou bruns, les grès limoniteux brun foncé et les cailloux de silex à surface fortement patinée, familiers aux géologues belges.

Il faut remarquer que ce n'est pas le Diestien qui forme le point culminant (143 mètres) du massif du Blanc-Nez. Ce point est formé par la craie. Le Diestien ne dépasse pas 136 mètres. On sait que ces sables existent, dans une position homologue, de l'autre côté du Détroit. On les rencontre à plus de 200 mètres d'altitude, à Lenham (Kent) sur la crête des North-Downs, c'est-à-dire, comme aux Noires-Mottes, sur la ceinture crayeuse du dôme wealdo-boulonnais. Ils ont fourni, à Lenham, une faunule d'espèces du Coralline crag. Cette donnée, jointe à la trouvaille de *Terebratula perforata* (*T. grandis*) entre Courtrai et Menin, justifie suffisamment le classement dans le Diestien des sables ferrugineux des Flandres et des Noires-Mottes.

Du sommet du Blanc-Nez, nous apercevons très nettement les falaises crayeuses de Douvres, séparées de celles qui sont sous nos pieds par le détroit du Pas-de-Calais.

Nous descendons ensuite vers Escalles où nous retrouvons nos voitures qui nous emmènent rapidement vers Wissant. Nous passons à proximité de Strouanne, où un sondage pratiqué près de la plage a rencontré, à 166 mètres de profondeur, le terrain houiller avec veines de houille [1].

[1] Les espérances qu'avait fait naître ce résultat ont été déçues. Une série d'autres forages pratiqués tout autour de Strouanne ne sont arrivés qu'à des terrains plus anciens que le Houiller. Voir J. Gosselet. Etude préliminaire des récents sondages faits dans le nord de la France pour la recherche du bassin houiller. *Ann. Soc. géol. du Nord*, t. XXVII, p, 139, 1898.

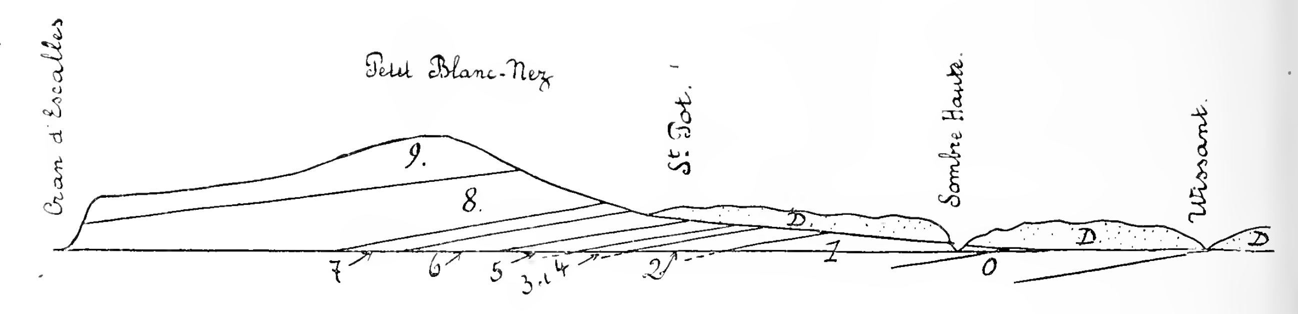


FIG. 9

Coupe de la falaise du Petit-Blanc-Nez, entre Wissant et le Cran-d'Escalles, d'après M. Gosselet. Cette coupe se continue avec la suivante. Pour l'explication, voir le texte.

B. — *Après-midi.* — **Excursion de Wissant à Sangatte par la plage. Moderne et Pleistocène de Wissant. Coupe du Crétacé des falaises du Petit-Blanc-Nez et du Blanc-Nez. Pleistocène de la falaise de Sangatte.**

La portion de côte située entre Wissant et Sangatte est constituée par une falaise, très surbaissée vers le Sud, mais qui atteint, au cap Blanc-Nez, une hauteur de plus de 100 mètres. Elle montre une superbe section dans la ceinture crétacée qui entoure le Bas-Boulonnais à l'endroit où cette ceinture est interrompue par la mer. Les couches, pendant vers l'extérieur du dôme boulonnais, se montrent, dans la coupe, inclinées vers le Nord-Est, c'est-à-dire vers Calais (figures 9, p. 224 et 10, p. 229).

Quand on se trouve sur la place de Wissant, face à la mer, on a, vers la droite, la longue falaise crétacée et on aperçoit, sur la gauche, la masse sombre du promontoire du cap Gris-Nez, constitué entièrement par le Jurassique supérieur [1].

La superposition du Crétacé au Jurassique n'est pas

[1] Un sondage fait par M. L. Breton sur le massif du Gris-Nez (Framzelle) a atteint le Silurien à 453 mètres de profondeur (cote — 393). On y a rencontré, sous le Jurassique, 98m80 de roches rouges rapportées au *Triasique*.

visible, les dunes, très développées aux abords de Wissant, cachant presque complètement le sous-sol (*D*, figure 9, p. 224).

La série des couches crétacées commence, en face de Wissant, par des sables ferrugineux et des argiles signalés autrefois par M. Ch. Barrois et rapportés au Wealdien; mais ils ne sont plus visibles aujourd'hui (*o*, figure 9, p. 224).

A partir du ruisseau de Wissant, l'escarpement est formé d'abord par le *sable dunal*.

En face, la plage présente une couche de *tourbe* avec coquilles d'eau douce et montrant en place un grand nombre de souches d'arbres dont les racines courent sur le sable sous-jacent sans y pénétrer. On y a trouvé des ossements d'aurochs. La tourbe s'étend vers la terre ferme au-dessus du niveau des marées hautes; mais elle descend, du côté de la mer, en-dessous du niveau de la basse mer. Ce dépôt est, très probablement, contemporain de la tourbe de la plaine maritime des Flandres et son altitude par rapport au niveau de la mer paraît être la même.

M. Gosselet nous a fait voir non loin de là vers Sombre-Haute, sous le sable dunal, une coupe fort intéressante dans des dépôts pleistocènes et modernes montrant un bel exemple de *plage soulevée*. A environ $10^{m}50$ au-dessus de la marée basse et à 5 mètres au-dessus de la marée haute, on voit, reposant sur le Crétacé dont nous allons nous occuper, une couche de $1^{m}50$ de cailloux de silex et de craie. On y a trouvé des galets de micaschiste et des ossements de mammouth. Au-dessus, vient un petit lit de sable marin, puis une couche de tourbe et enfin du sable marin recouvert par la dune.

Les dunes s'étendent jusque St-Pot, mais à partir de 300 mètres environ au sud du ruisseau de Sombre-Haute, elles permettent d'apercevoir les assises crétacées sous-jacentes, lesquelles d'ailleurs sont visibles à plat sur de grandes étendues de plage.

Nous allons passer en revue les couches que nous avons observées jusqu'à la terminaison de la falaise crayeuse du Blanc-Nez (voir figures 9, p. 224 et 10, p. 229).

1. — La première assise qui se présente, avant le ruisseau de Sombre-Haute et au-delà, est une argile noire avec grès argileux à coquilles marines. Elle est souvent peu visible, mais nous avons eu la bonne fortune, grâce à l'état de la plage, de pouvoir l'observer très bien développée. On y trouve un grand nombre de blocs de lignite. Peut-être serait-elle à rapprocher du *Wealdien* ou plutôt du *Néocomien*.

Aptien.

2. — Au-delà du ruisseau de Sombre-Haute, l'assise précédente est recouverte par une argile noire avec *Ostrea sinuata* et *Ostrea cf. Leymeriei*. Elle correspond aux *Sandgate beds*, partie moyenne du *lower Greensand*, c'est-à-dire à l'Aptien continental.

Albien.

3. — Grès grossier, calcareux, glauconifère, vert, passant au sable vert. Le grès est visible sur la plage en bancs et en gros blocs (épaisseur, environ $4^{m}00$.)

Cette zone correspond exactement, par sa position, aux *Folkestone beds*, formant le sommet du *lower Greensand* ou la base de l'Albien.

4. — Sable vert, parfois durci en grès, avec nodules phosphatés. *Ammonites mamillaris*, *Am. Beudanti*, *Inoceramus Salomoni* ($0^{m}60$.)

C'est la zone à *Am. mamillaris* du Gault. La couche à nodules phosphatés a été exploitée sur la plage même et a, pour ainsi dire, été totalement enlevée.

5. — Argile bleu foncé, *Gault* proprement dit, avec nodules de phosphate de chaux vers la base, à *Am. interruptus, Inocer. concentricus* ($5^{m}00$).

Les nodules ont été exploités sur la plage ; l'argile elle-même a été extraite pour la fabrication des tuiles, etc.

6. — Argile marneuse grise, avec *Am. inflatus*, *Inocer. sulcatus*, etc. (8m00).

Comme l'ont démontré MM. Ch. Barrois et Jukes-Browne, c'est l'équivalent de l'*upper Greensand*, souvent placé à la base du Cénomanien. C'est, au point de vue de la géologie belge, le correspondant de la *Meule de Bracquegnies* et des couches inférieures d'*Harchies* (facies littoral de la zone à *Am. inflatus*). On sait que M. Jukes-Browne a fait, du Gault et de l'upper Greensand, son étage *selbornien*.

Cénomanien (1)

7. — Craie glauconifère, sableuse, à *Am. laticlavius* (3m00). La partie inférieure, sur 1m25, est fortement glauconieuse et renferme des nodules phosphatés; on en rencontre aussi dans la partie inférieure.

M. Barrois a démontré que cette zone correspond au *Chloritic marl*.

M. Gosselet considère la zone à *Am. laticlavius* comme représentant le *Tourtia* de l'arrondissement de Valenciennes et du Hainaut (2).

8. — Craie marneuse, sableuse à la base, argileuse au sommet, à *Am. varians*, *Am. rotomagensis*, *Holaster subglobosus*, etc. (16m00). La base, noduleuse, est remplie de *Plocoscyphia meandrina* et *Dendrospongia fenestralis*. Cette assise est entamée par le *Cran d'Escalles*, sorte de ravin encaissé qui débouche sur la plage et sépare le Petit-Blanc-Nez du Blanc-Nez proprement dit.

9. — Craie marneuse grise, compacte, à *Am. rotomagensis*, *Am. varians*, *Holaster subglobosus*, etc. (22m00).

(1) La zone à *Pecten asper* fait défaut ici, d'après M. Ch. Barrois.

(2) Le *Tourtia de Mons* (*Cn3*) et non celui de Tournai et Montignies-sur-Roc (*Cn1*).

Cette craie constitue la partie supérieure du Petit-Blanc-Nez et la base du massif du Blanc-Nez proprement dit.

Ces deux dernières assises constituent la zone à *Holaster subglobosus* de M. Barrois [1].

La craie à *Am. rotomagensis* est très aquifère. On voit, sur les parois de la falaise, l'eau, retenue par la craie plus marneuse de la zone à *Am. varians*, sortir des fissures de la craie à *Am. rotomagensis* et couler abondamment sur les parois. Le même phénomène s'observe exactement au même niveau géologique, de l'autre côté du Détroit, entre Folkestone et Douvres.

Les assises 7, 8 et 9 sont représentées à Harchies par les couches comprises entre la Meule de Bracquegnies et les Dièves.

10.—Craie à *Belemnites* (*Actinocamax*) *plenus*. C'est une craie marneuse, dure, blanchâtre, passant au gris vers le haut. Au sommet, elle se termine par un lit marneux vert pâle, de deux pieds d'épaisseur, où *Bel. plenus* est relativement commun ; il est très rare plus bas ($22^{m}00$).

Turonien.

11. — Craie grossière, noduleuse, grise ou jaunâtre, à *Inoceramus labiatus* ($22^{m}00$).

Le massif du Blanc-Nez étant coupé par une surface d'érosion perpendiculaire à la falaise et contre laquelle s'adosse le Pleistocène de Sangatte (voir p. 229), la craie à *Inoc. labiatus*, de même que les deux assises qui la surmontent, n'arrivent plus au niveau du pied de l'escarpement et ne peuvent être étudiées que sur des blocs éboulés.

12. — Craie à *Terebratulina gracilis*. C'est une craie marneuse, très compacte, stratifiée en bancs épais, contenant quelques silex vers le haut ($40^{m}00$).

(1) C'est dans la craie de cette zone que devait être creusé le tunnel de Douvres à Sangatte.

Les zones 10, 11 et 12 correspondent à nos Dièves du Hainaut (*Tr1a* et *Tr1b*).

13. — Craie à *Micraster breviporus*. Craie blanche, dure, avec silex, formant le sommet de la falaise du Blanc-Nez. Cette zone est représentée, dans le Hainaut, par les Fortes-Toises (*Tr2a*) et les Rabots (*Tr2b*).

Sénonien.

En réalité, la coupe de la falaise du Blanc-Nez se termine à la craie à *Micr. breviporus*; mais les collines qui la surmontent sont formées par la base du Sénonien.

14. — Craie à *Micraster cor-testudinarium*. Elle affleure sur la route qui mène d'Escalles au sommet du Blanc-Nez.

15. — La craie à silex, à *Inoceramus involutus* forme le sommet du massif.

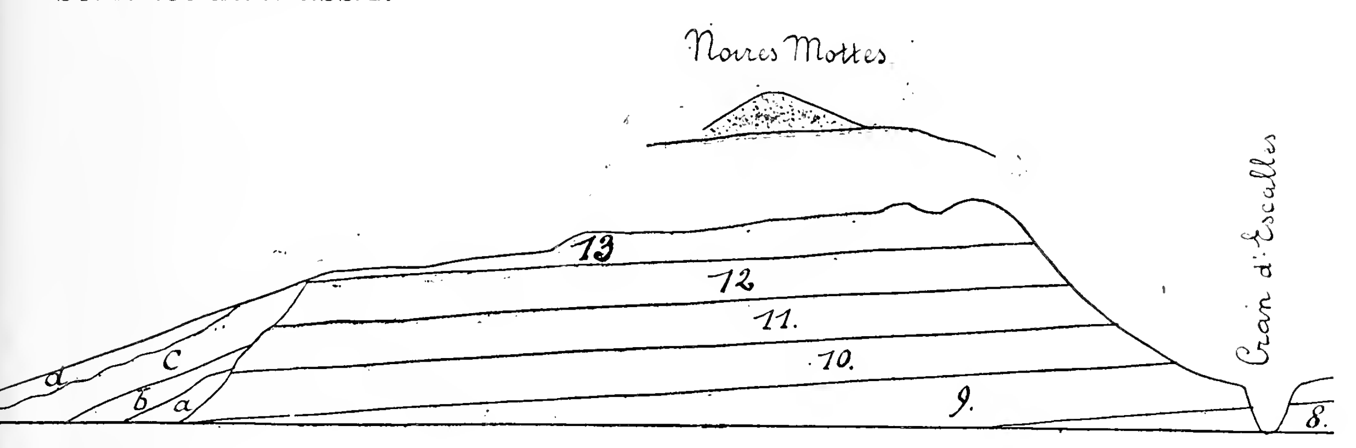


Fig. 10

Coupe de la falaise du Blanc-Nez, entre le Cran d'Escalles et Sangatte, d'après M. Gosselet. Cette coupe se continue avec la précédente. Pour l'explication, voir le texte.

Pleistocène.

Vue à distance, la falaise du cap Blanc-Nez semble diminuer graduellement de hauteur vers le Nord et aller se terminer près du village de Sangatte. Mais la partie terminale de la falaise n'est plus crayeuse; elle est constituée par des dépôts pleistocènes inclinés vers le Nord et adossés contre un escarpement très raide du massif

crayeux, formant ainsi une falaise perpendiculaire à la première et aujourd'hui masquée par ces dépôts (fig. 10, à gauche).

Le Pleistocène de la falaise de Sangatte est intéressant à divers points de vue. La base (*a*) est un amas de galets de plage, consistant en silex, craie, grès diestiens, roches siliceuses aptiennes et jurassiques, etc. Prestwich et M. Clément Reid y ont trouvé, en outre, des blocs de granite.

Ce *raised-beach* arrive à $6^{m}00$ au-dessus du niveau de la haute mer actuelle. Il est recouvert par des sables glauconifères (*b*), avec coquilles marines appartenant à la faune actuelle du Détroit. Au-dessus, vient une forte épaisseur de limon jaune (*c*) avec fragments de craie et de silex anguleux. Dans la partie inférieure de ce limon, on trouve des coquilles terrestres et, plus haut, des ossements de mammouth. Il est surmonté de limon brun (*d*).

D'après M. Ch. Barrois (1) l'échantillon de roche cristalline trouvé par M. Clément Reid, et dont il a fait récemment hommage au Musée géologique de Lille est un « bloc » anguleux d'un granite rose à grains fins, avec mica noir » et un peu d'amphibole altérée, semblable à celui qu'on » trouve en place en nombre de points sur les côtes du » Cotentin et de la Bretagne». Il n'a pu, comme ceux de Prestwich et comme les galets de micaschistes du raised-beach de Wissant, être charrié que par les glaces et il n'a pu parvenir à Sangatte qu'après l'ouverture du Détroit du Pas-de-Calais.

Or, la couche de galets de la plage soulevée de Sangatte est surmontée de dépôts dans lesquels on trouve *Elephas primigenius*.

Il faut en conclure que l'ouverture du détroit est probablement antérieure à l'époque du mammouth, qu'elle en

(1) *Ann. Soc. géol. du Nord*, t. XXXIV, p. 2, 1905.

est peut-être contemporaine, mais qu'elle ne peut, en tous cas, lui être postérieure.

Cette conclusion, je le sais, est opposée aux idées qui sont généralement adoptées. Mais si les granites trouvés à Sangatte proviennent du Cotentin ou de la Bretagne, et à cet égard on ne contestera pas l'opinion de M. Barrois [1], il nous paraît difficile de ne pas l'admettre.

A Sangatte, nous avons rejoint nos voitures qui nous ont ramenés rapidement à la gare de Calais, où se terminait la dernière excursion de la Session extraordinaire de 1904.

Un dernier repas nous réunit au buffet de la gare et là, **M. Mourlon** s'est fait l'interprête de ses compagnons, en exprimant à M. Gosselet tous les remerciements de l'assemblée pour les excursions de la Session annuelle « extraordinaire », qui n'a peut-être jamais mieux mérité cette épithète que dans la présente circonstance.

Ce n'est point par un discours à éclat, a ajouté le Directeur du Service géologique de Belgique, qu'il faut traduire nos sentiments de profonde estime et de réelle affection à notre éminent Président. Sa grande modestie jointe à son allure si familiale ne se concilierait guère avec ce qui ne serait point l'excessive simplicité qui est sa principale caractéristique et fournit peut-être aussi l'explication de ses succès professionels par l'attachement qu'il sait inspirer à ses nombreux disciples, ainsi qu'à tous ceux qui se trouvent dans le cas de mettre à contribution, comme le fait en ce moment la Société géologique de Belgique, sa précieuse expérience et son grand talent d'observateur.

Sans vouloir porter atteinte à la modestie de notre

[1] On sait que des blocs de roches cristallines semblant avoir la même origine existent dans la mer du Nord, au large d'Ostende (voir Renard, in *Bull. Acad. roy. de Belgique,* 3e série, t. XI, 1886).

Président, je ne puis m'empêcher, a encore ajouté M. Mourlon, de rappeler à son sujet une petite anecdote qui courrait peut-être grand risque de rester ignorée, si elle ne se produisait en ce moment.

C'était il y a déjà bien des années; un ancien officier de l'armée belge, feu le major LeHon, artiste peintre et géologue distingué à ses heures, me disait, après avoir publié un livre sur le *Vésuve* qui avait été précédé d'un autre et non sans mérite sur l'*Homme fossile* : J'ai fait un long séjour en Italie pour donner le jour à mon livre sur le Vésuve et je viens de recevoir, sur le même sujet, une brochure d'un géologue français qui, en beaucoup moins de temps, en a vu et décrit cent fois davantage. Il est aisé de reconnaître que ce géologue, à l'esprit si primesautier et si subtil, n'est autre que celui qui a bien voulu nous servir de guide dans la région du Boulonnais qu'il a si bien étudiée. Je vous propose de lever nos verres à la santé de ce géologue, de notre Président, M. Gosselet (*Applaudissements*).

---

22 AOÛT 1905.

MÉMOIRES

L'évolution géographique des régions calcaires,

PAR

M. LOHEST et P. FOURMARIER (¹).

(Pl. I.)

La lecture des nombreux travaux qui ont paru, dans ces dernières années, sur la question de la circulation des eaux dans les calcaires, nous a convaincus qu'il reste encore certains points obscurs, dans les théories proposées par les auteurs.

Sans avoir la prétention d'émettre une théorie nouvelle, nous résumerons brièvement la manière de voir que nous exposons depuis plusieurs années dans notre enseignement.

a. Disparition des ruisseaux.

Considérons le cas d'une vallée ouverte dans des couches calcaires, parcourue par une rivière R, recevant un affluent. Une coupe perpendiculaire à la direction de la rivière, donne l'allure suivante (fig. 1).

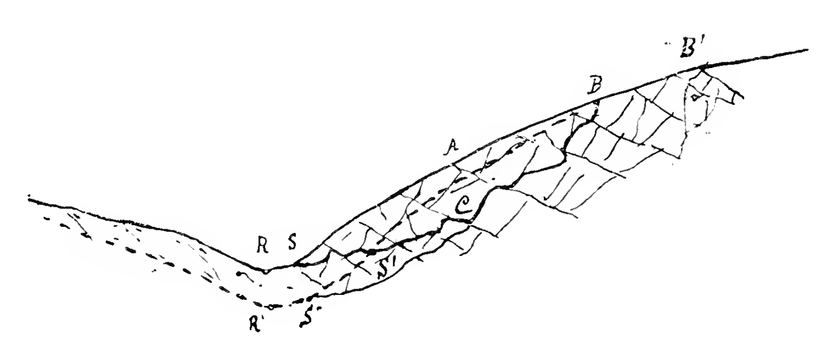


Fig. 1.

(¹) Communication présentée à la séance du 21 juin 1903 et dont l'impression a été ordonnée à la réunion du 19 juillet 1903. La partie théorique de ce travail, ainsi que les exemples relatifs à Comblain-au-Pont et à Constantine, ont été exposés dans une conférence faite, en 1902, à l'Association des Elèves des Ecoles spéciales, à Liége. Un compte rendu sommaire a paru dans le *Bulletin* de cette Société.

Soit S A B B′ la projection du lit sinueux d'un ruisseau, sur le plan de la coupe. Les calcaires étant généralement traversés, en tout sens, par des fissures, il arrive qu'une très faible quantité d'eau du ruisseau pénètre en B, pour réapparaître en S, le chemin souterrain B C S lui permettant d'atteindre plus rapidement son niveau de base, que le chemin sinueux superficiel. Dès que cette première communication, insignifiante au début, est établie, elle va en s'élargissant continuellement, par l'effet des dissolutions produites par l'eau chargée d'anhydride carbonique, qui y circule.

Par suite de l'élargissement continuel des orifices d'entrée, le cours d'eau finit par disparaître entièrement dans la roche calcaire. Cette disparition est insensible ou brusque. Dans ce dernier cas, le ruisseau se précipite, en B, dans un chantoire ou aiguigeois.

Il peut ensuite se mélanger aux eaux de la nappe aquifère, ou continuer isolément son trajet souterrain; mais quelles que soient les irrégularités de ce parcours, les eaux disparues en B, finiront par réapparaître, en S, sous forme de source.

Dans l'exemple choisi, cette source se trouve au niveau du cours d'eau ou dans le lit même de la rivière. C'est un cas très fréquent dans les régions calcaires. Cependant, le point d'émergence d'une source due à la disparition d'un ruisseau, s'observe parfois au dessus du niveau du cours d'eau. Supposons, en effet, que le creusement de la vallée principale R, s'effectue plus rapidement que le creusement souterrain B C S, ce qu'indique la ligne en pointillé de la fig. 1. La source S, déplacée en S′, émerge alors à une certaine hauteur au-dessus du lit de la rivière. Cet état de choses, toutefois, ne perdure pas. Il se crée bientôt un nouveau parcours souterrain B C S″. En outre, le chantoire B finit par se déplacer en reculant vers l'amont; la position

de ce nouvel aiguigeois dépend de la nature plus ou moins fissurée du terrain; c'est ainsi que, dans les vallées calcaires, on observe des aiguigeois successivement abandonnés. C'est ce qu'on peut voir, par exemple, dans le ruisseau de Bolys, à Hotgné, entre Méry et Dolembreux.

Cette circulation souterraine des eaux entraîne la formation des grottes et des cavernes; pour expliquer le creusement de ces cavités, il suffit, selon nous, de faire intervenir une première communication entre le point B et le point S; si insignifiante que la largeur de la conduite soit au début, elle doit s'agrandir continuellement dans la suite. La solubilité plus grande ou la fissuration plus accentuée de certains bancs, explique l'irrégularité des excavations produites. L'analyse a démontré, en effet, que l'eau qui sort du calcaire est toujours plus chargée de carbonate calcique que celle qui y entre [1].

Ces quelques lignes expliquent pourquoi l'on trouve des grottes sèches, ouvertes à toute hauteur au-dessus du niveau actuel des vallées; elles rendent compte, également, des étages superposés et des cheminées, souvent observés dans les cavernes; car il existe, généralement, des différences de vitesse entre l'approfondissement des conduits où circulent les eaux souterraines et le creusement, à ciel ouvert, des vallées des rivières. L'observation des grottes montre, qu'en règle générale, le creusement à ciel ouvert a marché plus vite que l'approfondissement souterrain; il est rare, en visitant les grottes, de pouvoir suivre encore le cours d'eau qui a contribué à les former.

Nous proposons de désigner, sous le nom de *grottes à chantoires*, celles qui ont été produites de cette manière. La province de Liége en offre de nombreux exemples; nous

[1] Consulter, à ce sujet, l'intéressant travail de MM. Rahir et Du Fief: De l'action chimique des eaux courantes dans les cavernes ou dans les grands canaux souterrains. *Bull. Soc. belge de géol.*, t. XV, *Proc.-verb.*, p. 11, 1901.

citerons, spécialement, les grottes de Remouchamps. Au nord de cette dernière localité, dans la bande de calcaire dévonien qui s'étend vers Louveigné, des ruisselets, en nombre considérable, se précipitent et disparaissent dans des aiguigeois, pour venir former une rivière souterraine : le Rubicon. Les étages superposés qu'on observe dans la grotte de Remouchamps, représentent d'anciens lits abandonnés par le Rubicon et démontrent que la vallée de l'Amblève s'est creusée plus rapidement que le canal souterrain de son affluent.

Ces considérations au sujet de l'élargissement progressif des fissures du calcaire, expliquent également les variations de la perméabilité de cette roche, en montrant que, pour que les fissures s'élargissent, une circulation d'eau est nécessaire. Il en résulte que les calcaires ne seront jamais très fissurés et très aquifères, qu'au dessus du niveau de drainage de la région considérée; la rencontre, en profondeur, de calcaire compact n'a rien qui puisse surprendre. Mais, dans l'étude de cette question, il faut tenir compte des déplacements des lignes de rivage de la mer, de la possibilité d'une émersion ancienne et d'un drainage plus profond, à une époque géologique antérieure [1].

b. Formation des vallées sèches et disparition des eaux pluviales.

Une autre conséquence de la circulation souterraine des eaux, est la formation des vallées sèches, si fréquentes dans les régions calcaires. Ces vallées ont été primitivement creusées à ciel ouvert, car on peut y vérifier la loi de l'accentuation des méandres. Les ruisseaux qui y circulaient, s'y étant enterrés peu à peu, on y observe des chantoires aban-

[1] Notre savant confrère, M. E. Harzé, nous a récemment communiqué, à ce sujet, des observations très intéressantes faites jadis aux mines d'Engis. Nous avons vivement engagé l'auteur à les publier.

donnés et des effondrements (*dolines*) qui proviennent de l'écroulement et de la dissolution du plafond des cavernes.

Cette disparition trop rapide des eaux pluviales, ces remaniements du sol par effondrement, peuvent entraîner peu à peu la stérilité de la région. Vers les points élevés du Condroz, les vallées sèches sont ordinairement fertiles et couvertes de prairies ; mais cette fertilité est due au limon quaternaire, qui y entretient l'humidité. Au voisinage des rivières, au contraire, le limon a été entraîné et l'on voit des ravines sèches, remplies d'éboulis calcaires.

Dans les régions où le limon fait défaut, la végétation finit par s'appauvrir, par l'effet d'une trop grande perméabilité du sol. De nombreuses observations démontrent, d'autre part, qu'une diminution de la végétation engendre, à son tour, une diminution des précipitations pluviales ; la région calcaire, précédemment fertile, finit par prendre un caractère désertique. Peu de contrées paraissent plus désolées que cette région du Karst, en Carniole et en Istrie, où la fissuration extrême des calcaires a permis aux phénomènes de dissolution et d'effondrement, de se manifester dans toute leur énergie. En visitant le nord de l'Afrique, le voyageur reste également surpris de l'abondance et de l'importance des ruines romaines dans des régions aujourd'hui stériles. L'un de nous, ayant eu l'occasion de parcourir le sud de la région de Constantine, s'est demandé si la nature calcaire de la région, ne suffirait pas pour expliquer l'aridité de certaines parties de ce pays.

On trouve, d'ailleurs, des traces de la disparition souterraine des eaux pluviales dans tous les plateaux calcaires de la région : les vallées sèches, les sources sortant du calcaire, les grottes, les effondrements, sont nombreux. Comme nous le verrons plus tard, l'étude des environs de Constantine y montre l'importance de ces phénomènes de dissolution.

Il paraît en être de même du Sahara algérien et tripolitain (1), où les terrains crétacés moyens et supérieurs règnent avec continuité (2).

On se tromperait étrangement en se figurant ce désert comme constitué par une immensité de sables mouvants, se déplaçant par flots. Le vrai désert, dans l'acception du mot (*sahara*, sol dur) est la « *hamada* » rocheuse (3). Les descriptions nombreuses qu'on a données de ces « *hamada* », que rarement les caravanes traversent impunément, comme la fameuse El Hamra, le Caput Saxi des romains, montrent qu'elles sont uniquement constituées par des blocaux calcaires (4).

Les preuves de la disparition des eaux pluviales et des rivières dans le sol calcaire de ce pays, sont surabondantes. La plupart des fleuves sahariens ont un parcours souterrain ; le fait est bien connu des touristes pour l'Oued Biskra, l'Oued Souf (le fleuve qui murmure) le fleuve Igharghar et l'Oued Mia (5), dont on retire les eaux souterraines par des puits artésiens. Parlant de l'alimentation du Chott Melrhrir par les nombreuses rivières qui s'y rendent, M. Rolland ajoute (6) : « Mais tous ces apports réunis

(1) Voir à ce sujet :

POMEL. Le Sahara. Alger, 1872.

ROLLAND. Mission transsaharienne. *Annales des mines*, 7e série, t. XVIII, 1880.

ROCHE. Itinéraire de Biskra chez les Touaregs. *Comptes rendus Acad. Sc.*, XC, 1880.

ROLLAND. Géologie du Sahara. *Collection des documents relatifs à la mission Choisy.*

ROLLAND. Aperçu sur l'histoire géologique du Sahara. *Bull. Soc. géol. de France*, 3e série, t. XIX, 1891.

ZITTEL. Ueber den Bau der libyschen Wuste. *Festrede K. bayer. Acad. Wiss.*, 1880.

(2) ROLLAND. Aperçu sur l'histoire géologique du Sahara. *Bull. Soc. géol. de France*, 3e série, t. XIX, 1891.

(3) POMEL. Le Sahara. Alger, 1872, p 196.

(4) POMEL. *Loc. cit.*, p. 60. — DE LAPPARENT. Géographie physique. — ROLLAND. *Loc. cit.*

(5) LOUIS PIETTE. Algérie et Tunisie. Paris, 1901.

(6) ROLLAND. Mission transsaharienne. *Ann. des mines*, 7e série, t. XVIII, p. 166, 1880.

» semblent insuffisants à l'alimentation du grand bassin » considéré. Le reste des eaux artésiennes, la majeure » partie selon moi, doit provenir des nappes aquifères cir- » culant dans les couches crétacées qui forment la cuvette » sous-jacente. Ces nappes ont leur origine aux affleure- » ments des couches perméables dans le massif montagneux » du nord, où il tombe chaque année une grande quantité » de pluies. »

D'autre part, il paraît bien prouvé, aujourd'hui, que le climat du Sahara fut anciennement humide. « Pendant le » pliocène et le quaternaire, » dit M. Rolland, « un climat » très humide épancha sur sa surface des masses énormes » d'eaux diluviennes qui déblayèrent ici et remblayèrent » là sur une échelle colossale » (1).

Les explorations de MM. Pomel et Zittel (2) tendent à démontrer que ce changement de climat aurait eu lieu à une époque récente. Des tufs calcaires renferment des feuilles de chêne vert, arbre disparu du pays; des rochers montrent des sculptures représentant l'éléphant et la giraffe, animaux émigrés vers le Sud.

Les Arabes du désert prétendent aussi que leurs ancêtres auraient connu un climat plus clément; aimant à donner des explications surnaturelles aux choses de la nature, ils disent que le Dieu des chrétiens, pour se venger de Mahomet, a enterré toutes les rivières du pays (3).

On a émis différentes hypothèses, pour expliquer ce changement de climat : les uns ont fait appel au déboisement; d'autres ont invoqué l'abondance des précipitations pluviales à l'époque quaternaire; d'autres ont supposé que le Sahara représentait un ancien fond de mer, d'émersion récente. Mais, d'après M. Rolland, l'hypothèse d'une mer

(1) ROLLAND. *Bull. Soc. géol. de France*, 3e série, t. XIX, 1891.

(2) ZITTEL. Ueber den Bau der libyschen Wuste. *Festrede d. K. bayer. Acad. d. Wiss.*, 1880.

(3) PIETTE. *Loc. cit.*

quaternaire au Sahara, doit être écartée en principe ; c'est également la conclusion de M. Pomel.

Fait intéressant, la zone désertique semble actuellement progresser vers le Nord. Le pistachier de l'Atlas pousse avec vigueur sur le versant de la Méditerrannée et se reproduit facilement; sur le versant sud de l'Atlas, au contraire, on observe encore de grands et beaux arbres, prospérant bien, mais paraissant incapables de se reproduire, puisqu'on ne voit point de jeunes sujets, ni parmi eux, ni dans leur voisinage, comme s'il ne s'y trouvait plus l'humidité nécessaire à leur germination ou à leur premier développement (1).

En nous basant sur les principes énoncés précédemment, nous pensons que la nature presqu'entièrement calcaire du sol de ce pays, est vraisemblablement la cause principale de sa stérilité progressive.

c. Rectification souterraine des méandres.

Première phase. — *Disparition partielle du cours d'eau.*

Considérons un méandre d'un cours d'eau, traversant une région calcaire (fig. 2).

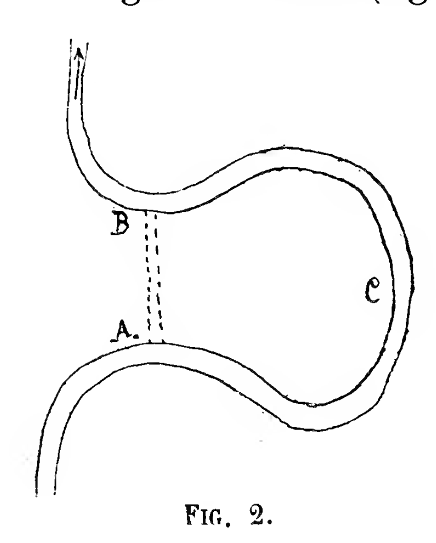


Fig. 2.

Par suite de la différence de niveau entre le point A et le point B, les eaux de la rivière, au lieu de suivre le long chemin superficiel ACB, le raccourcissent souterrainement, atteignant ainsi plus rapidement leur niveau de base. Profitant des fissures du calcaire, elles disparaissent en A, pour réapparaître en B. Cette communication, insignifiante dès l'origine, va en s'agrandissant continuellement, sous

(1) Pomel. *Loc. cit.*

l'action des dissolutions ; finalement, on observe une disparition totale ou partielle de la rivière, en A, et une réapparition, en B. La vallée C devient sèche, quand l'orifice d'entrée A est suffisant pour permettre le passage de la totalité des eaux de la rivière.

Nous avons un exemple caractéristique de la disparition partielle d'une rivière, sur l'Ourthe, à Bohon (Durbuy). L'Ourthe montre, en ce point, le premier stade d'un raccourcissement de méandre en terrain calcaire (fig. 3).

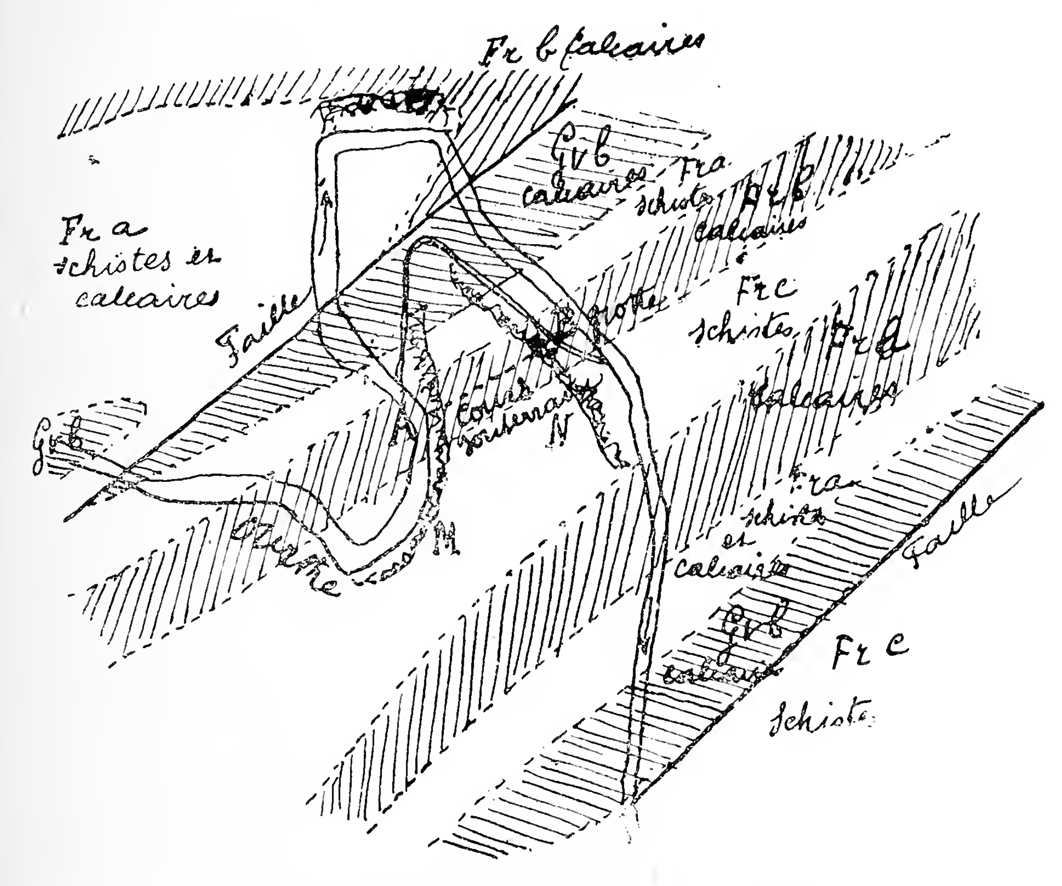


Fig. 3. — L'Ourthe à Bohon (Durbuy). Echelle de 1 : 20 000.

La rivière y forme une grande boucle qui présente tous les caractères habituels des méandres : le terrain est en pente douce sur la rive convexe, tandis que la rive opposée est très escarpée ; en M et en N, au contraire, la rivière est dominée par des roches à pic.

La partie entourée par la rivière, est jonchée de cailloux roulés du Dévonien inférieur, analogues à ceux du lit actuel de l'Ourthe; ceci nous prouve que la rivière a toujours accentué son méandre, en abandonnant, sur la rive droite, des cailloux roulés.

La géologie de cette région est assez simple : en allant du SE. au NW., on trouve une série de bandes parallèles, dirigées du SW. au NE., de calcaires givétiens et frasniens, séparées par des bandes de schiste frasnien, comme l'indique le croquis ci-joint.

Sur la rive droite de l'Ourthe, au point A, en amont du méandre, on remarque qu'il se fait, en plusieurs points, des pertes de la rivière dans la montagne; ces pertes sont rendues très visibles, lorsqu'on jette, à la surface de l'eau, des corps légers, qui sont entraînés par le courant et qui viennent s'accumuler contre la berge.

Au point B, situé également sur la rive droite, mais de l'autre côté du méandre, on remarque une petite grotte, assez largement ouverte à l'entrée, mais se rétrécissant assez vite vers l'intérieur. Dans cette grotte, coule un ruisseau fort important, qui va se jeter directement dans l'Ourthe.

Il ne peut pas être question, ici, d'eaux provenant de la surface, car on ne voit aucun chantoire dans la région calcaire, comprise dans la boucle. Ce sont bien les eaux se perdant en A, qui réapparaissent en B. Il y a donc un bras de la rivière qui coule souterrainement, tandis que la majeure partie des eaux circule à ciel ouvert.



Considérons le cas d'une disparition partielle de la rivière (fig. 4).

Soit une coupe passant par la ligne A.B. de la fig. 2. Si le creusement de la vallée de la rivière R marche plus rapi-

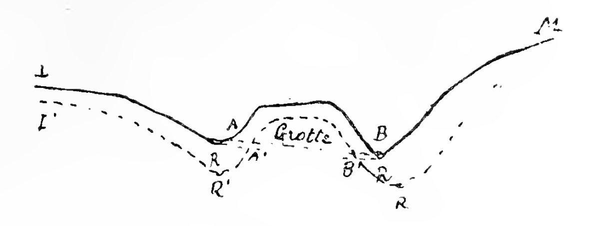


FIG. 4.

dement que l'approfondissement du canal souterrain AB, comme l'indique la ligne pointillée, on observera une grotte dont les orifices A′ et B′ seront situés au-dessus du niveau des eaux du cours d'eau voisin. Nous appellerons ce type de caverne, *grottes de rectification de méandres.* Elles sont aussi communes, dans notre pays, que les cavernes à aiguigeois. Les grottes de Han et de Rochefort en fournissent de magnifiques exemples. La théorie exposée explique pourquoi le sol de ces grottes est parfois incliné vers une direction opposée à celle de la vallée voisine; elle rend compte, également, de la superposition des étages et de la grandeur de certaines salles. Ces particularités dépendent des variations ou des égalités de vitesse entre l'abaissement du lit à ciel ouvert et du lit souterrain. Dans les grandes grottes, comme celle de Han, la rectification a commencé à une époque fort éloignée. Elle doit avoir été interrompue, puis reprise, à différentes époques. Les orifices d'entrée et de sortie du canal souterrain, se sont déplacés, non seulement dans le sens vertical, mais également dans le sens latéral [1].

[1] Les grandes grottes, selon nous, ont toujours été creusées par des cours d'eau importants. Lors d'une excursion récente, organisée par le Congrès d'Histoire et d'Archéologie de Dinant, aux cavernes de Furfooz, nous avons pu remarquer que beaucoup de géologues attribuent la formation des grottes surtout aux infiltrations des eaux pluviales. Au contraire, les grottes de Furfooz représentent, pour nous, d'anciennes rectifications partielles de la Lesse, aujourd'hui abandonnées. (Note ajoutée pendant l'impression.)

Deuxième phase. — *Disparition totale du cours d'eau, avec écroulement partiel de la voûte du conduit souterrain.*

Dans le cas d'une disparition totale, longtemps précédée d'une disparition partielle, il arrive que les plafonds des cavités formées, finissent par se dissoudre et s'effondrer en partie. Si la rivière est assez puissante pour triompher des obstacles qui viennent s'opposer à son passage, elle finit par s'écouler dans un lit à parois verticales et corrodées, en passant sous des arcades naturelles (fig. 5).

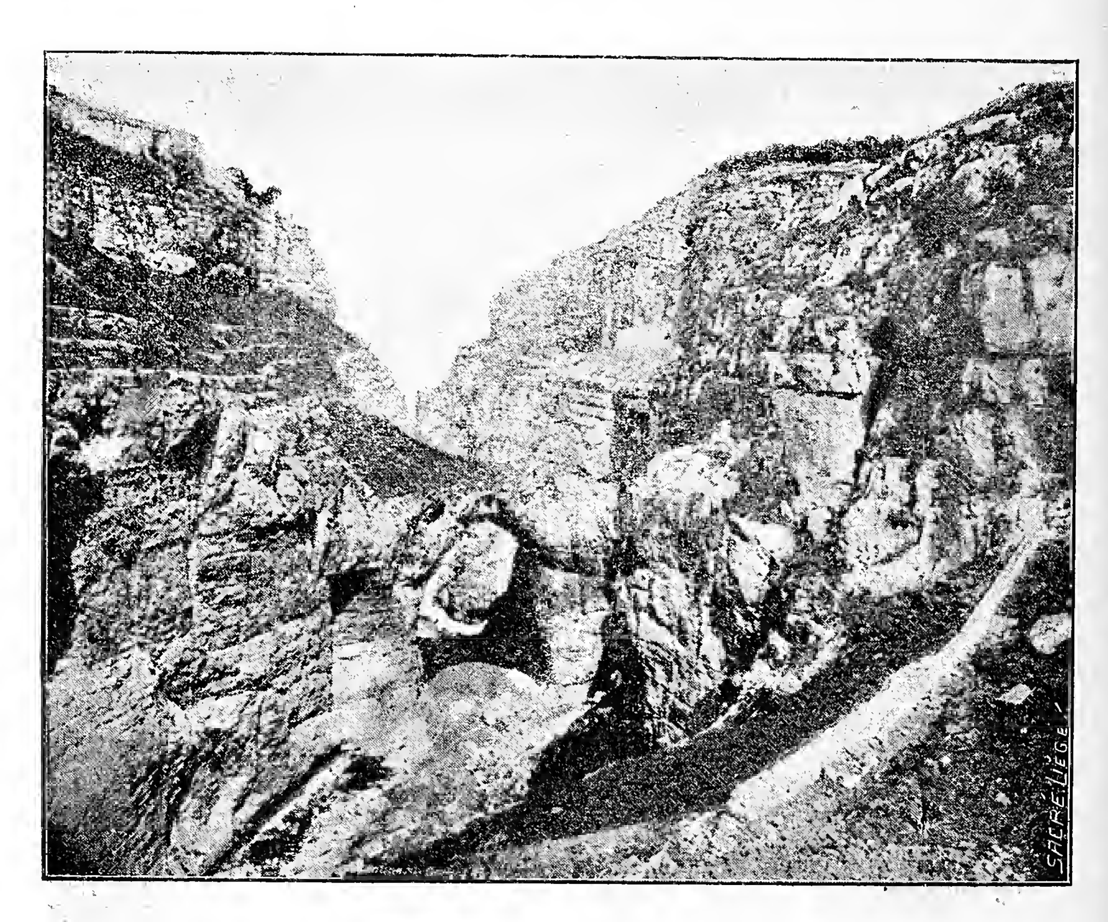


Fig. 5. — Photographie d'un pont naturel des gorges du Rummel, près de Constantine.

Les célèbres gorges du Rummel, à Constantine, forment un bel exemple de cette seconde phase des rectifications

souterraines des méandres. Les croquis ci-joints peuvent nous dispenser d'entrer dans de longues explications, à ce sujet.

La figure 6 montre la situation topographique de la région.

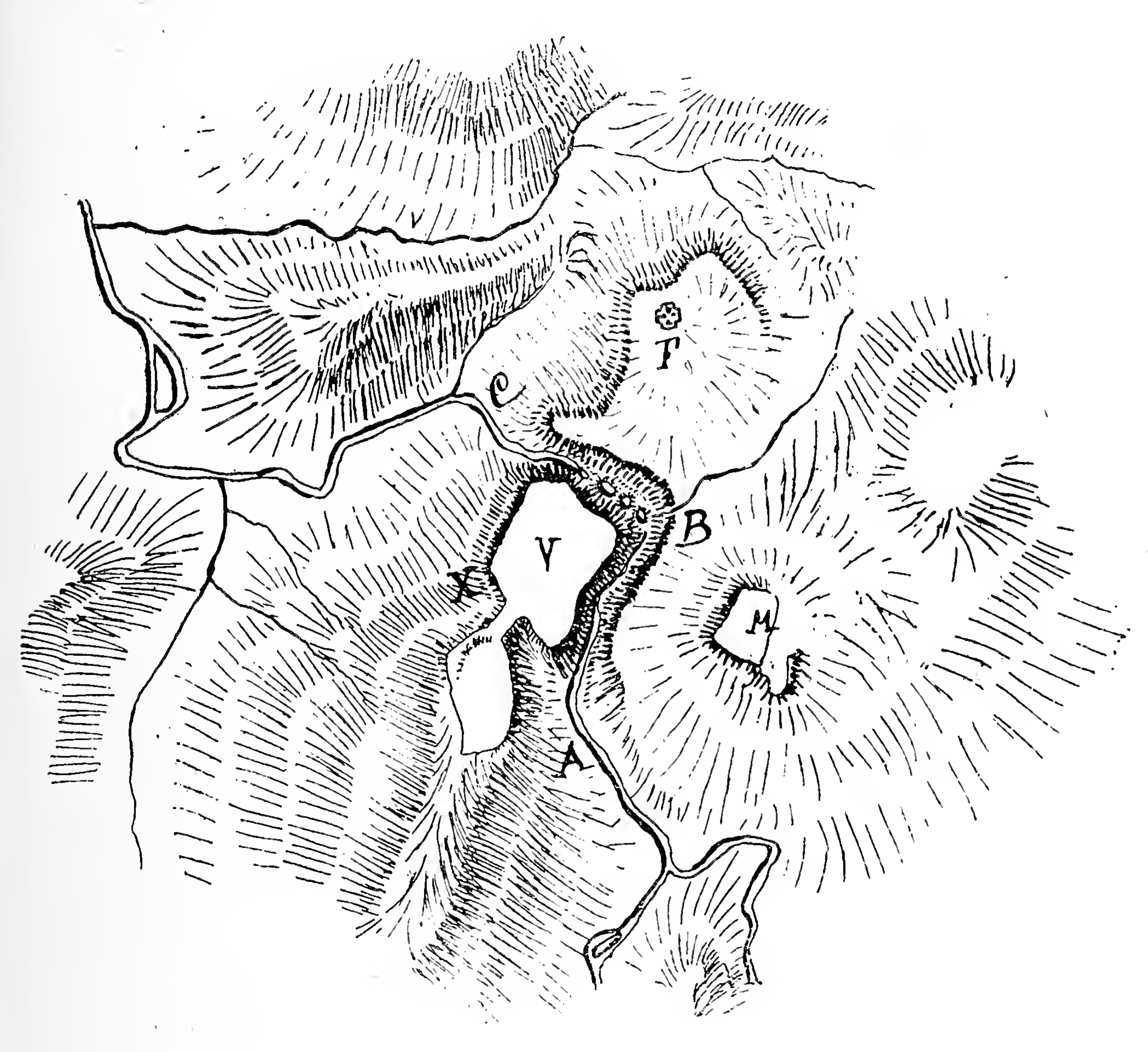


Fig. 6.

V. Ville de Constantine.
F. Fort de Sidi M' Cid.
M. Colline de Mansoura.
ABC. Le Rummel.
AB. Gorges à parois verticales, à ciel ouvert.
BC. Gorges avec arcades naturelles.

Echelle de 1 : 100 000.

La figure 7 indique sa structure géologique.

Pour expliquer la formation des gorges, on pourrait supposer simplement que le Rummel formait jadis un méandre suivant le contact des marnes sénoniennes et des calcaires turoniens, sur lesquels est bâti le fort de Sidi

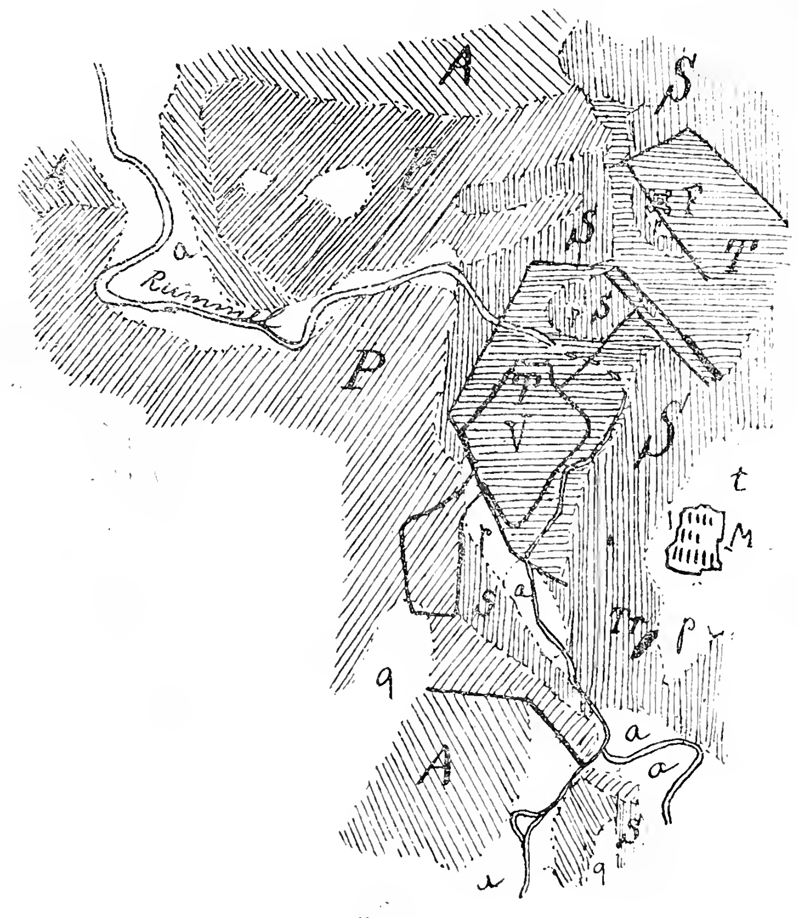


Fig. 7.

P. Poudingues miocènes.
A. Argiles miocènes.
S. Marnes sénoniennes.
T. Calcaires turoniens et cénomaniens, en bancs sensiblement horizontaux.
Tr. Calcaire triasique.
—— Failles.
a. Alluvions modernes.
t. Travertin de Mansoura.
p. Eboulis des pentes.
q. Alluvions anciennes.

Echelle de 1 : 100 000.

M' Cid. Le fort est, en effet, entouré d'une vallée sèche, parfois profondément encaissée, où les rochers calcaires, mis à nu, montrent partout des traces remarquables de dissolution. Cette vallée a son fond couvert d'alluvions, dans lesquelles on observe des cailloux roulés, analogues à ceux que le Rummel transporte aujourd'hui.

C'est l'opinion que nous avions adoptée, il y a une dizaine d'années, lors d'une première visite dans la région; on peut encore la défendre. Cependant, ayant eu l'occasion de réétudier les gorges du Rummel en octobre 1902, nous croyons devoir signaler l'hypothèse de la rectification d'un double méandre, telle que l'indique la figure 8, dont la légende et l'échelle sont les mêmes que celles de la fig. 6.

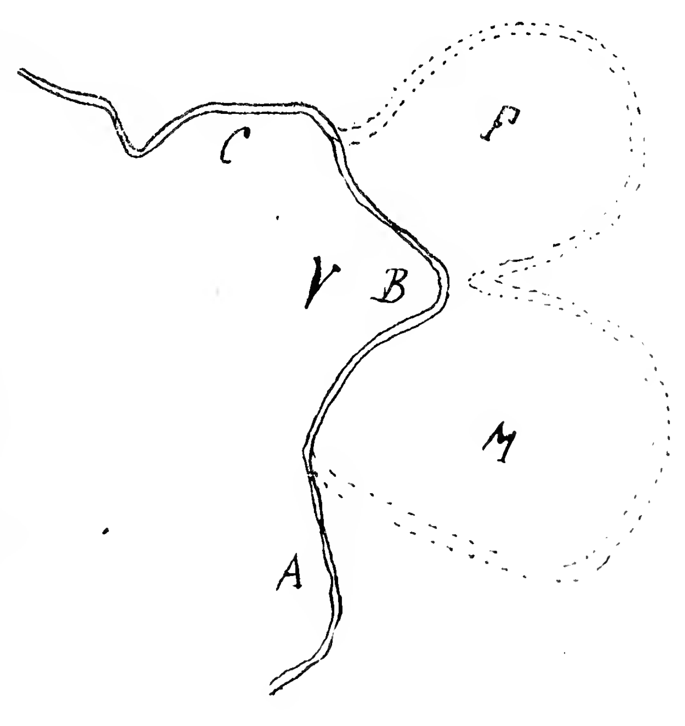


Fig. 8.

Le tronçon CB de la rectification se serait effectué le dernier, ce qui expliquerait la présence d'arcades naturelles.

En C, la rivière s'écoule en cascades remarquables; une

différence de niveau très considérable existe, d'ailleurs, entre le point A, entrée des gorges, et le pied des cascades; ce fait vient confirmer l'hypothèse de la grande longueur du méandre primitif.

Une rectification nouvelle est en voie de s'effectuer; en C, près du moulin Lavie, des sources très importantes sortent du calcaire; entre A et C, s'étend une dépression, vraisemblablement produite par le tassement effectué dans des cavités souterraines.

Ces vallées sèches, nées de la rectification d'un méandre ont, lorsque la rectification est très ancienne, été remaniées par les eaux. Par suite du ruissellement, elle sont loin d'avoir, sur tout leur parcours, une pente uniforme selon le sens de l'écoulement primitif des eaux.

En effet, si, dans cette dépression, la partie la plus éloignée de la rivière a une tendance à se combler par les dépôts amenés par ruissellement, les endroits les plus rapprochés du cours d'eau, continuent à être ravinés par les pluies, à mesure que celui-ci approfondit son lit. Dans les méandres abandonnés, on observe ordinairement que le point le plus éloigné du lit nouveau, est celui qui finit par se trouver à la cote la plus élevée.

Troisième phase. — *Rectification complète, avec écroulement et disparition totale de la voûte.*

Les environs de Comblain-au-Pont nous offrent un excellent exemple de cette troisième phase (fig. 9 et 10).

Le sol de la région est entièrement constitué par du Calcaire carbonifère, en bancs redressés. Les preuves d'une ancienne rectification de méandre sont surabondantes.

Nous citerons :

1° Le mamelon semi-ovoïde A.

2° La vallée sèche *v* remplie de cailloux roulés, analogues à ceux que la rivière transporte aujourd'hui.

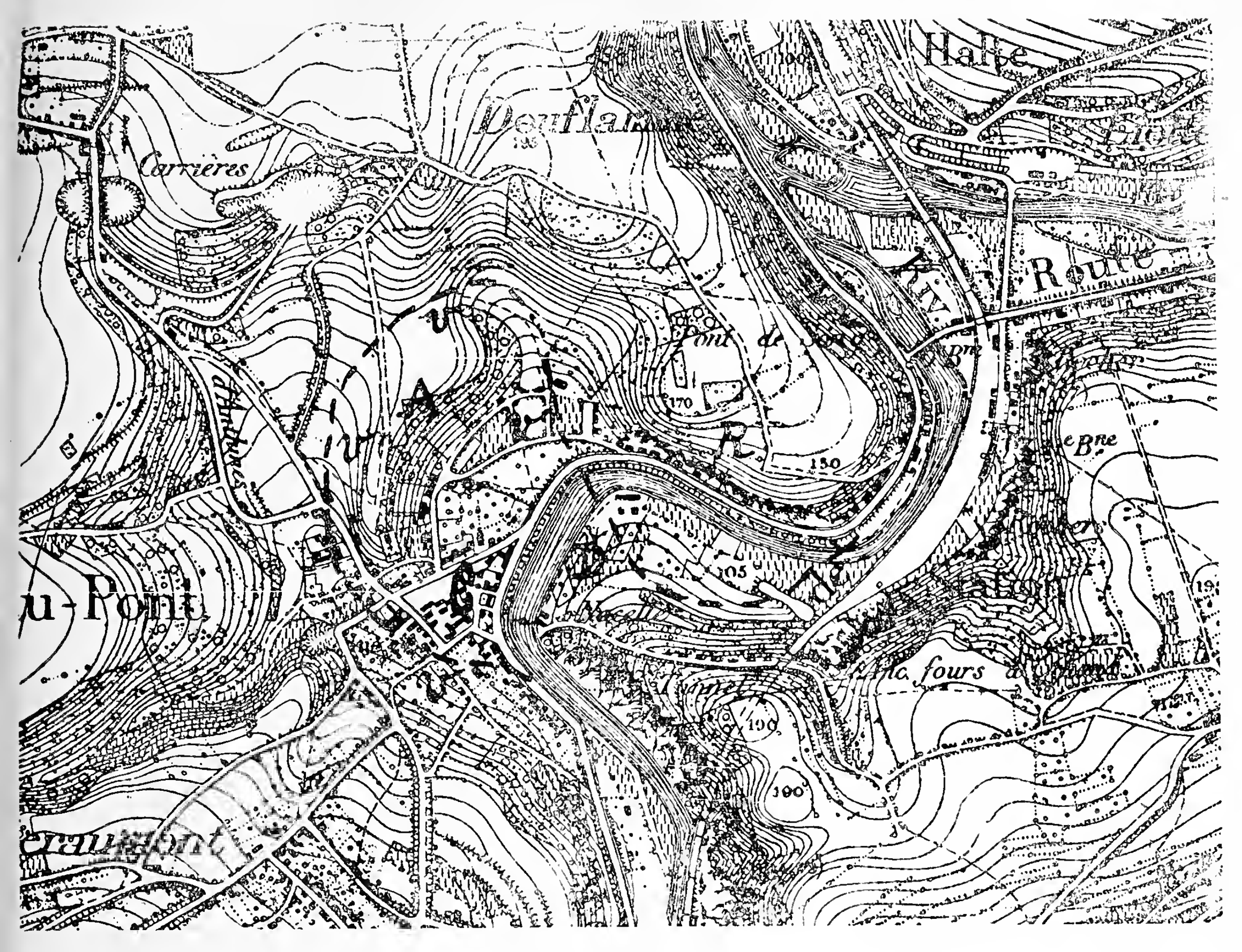


Fig. 9.

C. Village.

v. Vallée sèche.

D. Dépôt de cailloux roulés, cimentés par de la stalagmite.

R. Rochers corrodés et surplombant en partie.

Echelle de 1 : 20 000.

3° Le dépôt de cailloux cimentés par de la stalagmite, *D*, s'étendant sur plus d'une centaine de mètres, avec une épaisseur dépassant parfois un mètre, dépôt qui n'a vraisemblablement pu s'effectuer que sous le plafond d'une grotte.

A Comblain, comme à Constantine, nous croyons devoir supposer la rectification d'un méandre double, tel qu'il est indiqué en pointillé sur la figure.

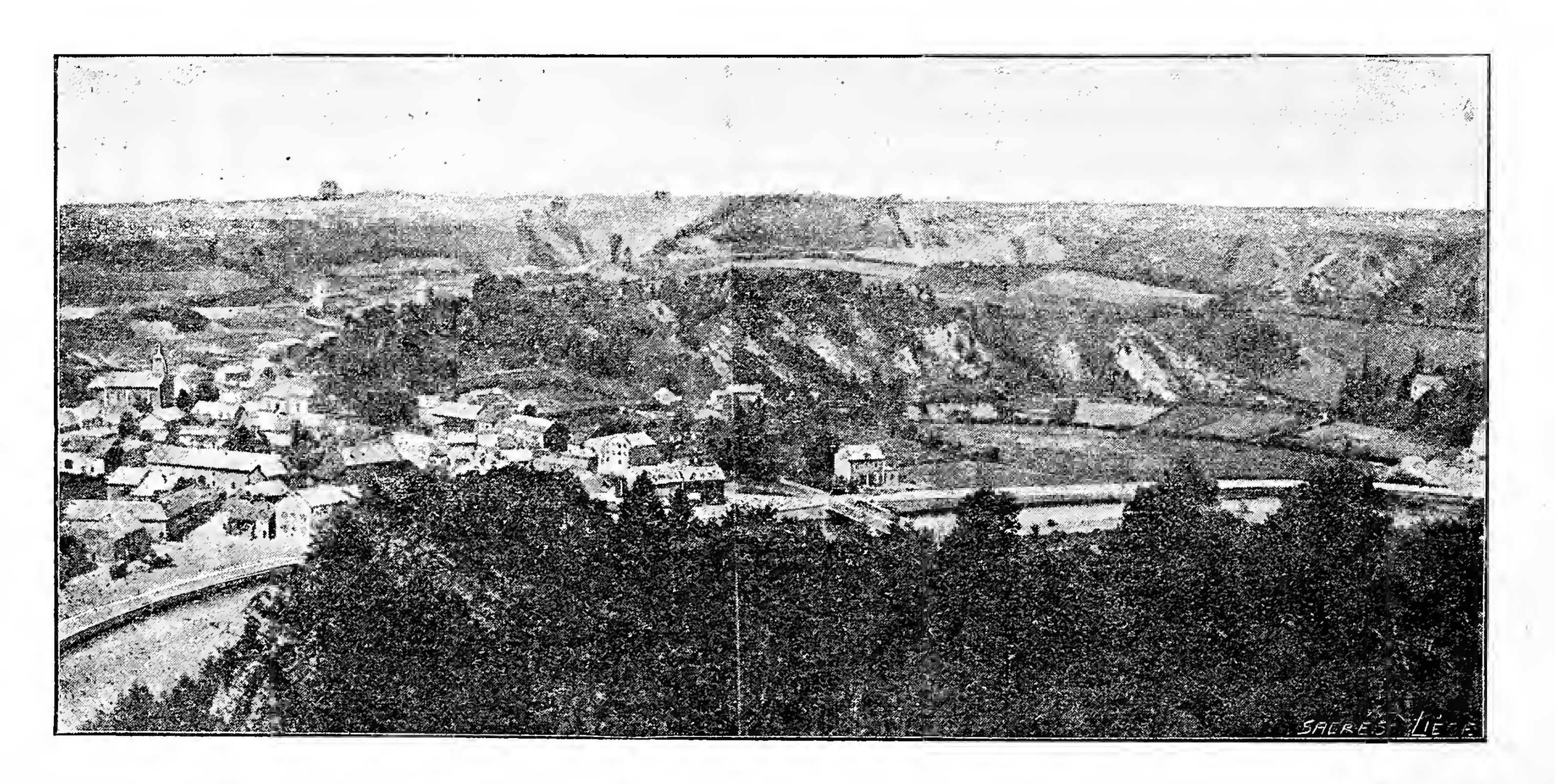


Fig. 10. — Photographie des environs de Comblain-au-Pont. Cliché de M. Kemna.
Vue prise des hauteurs de la rive gauche de l'Ourthe au sud du point D de la carte. Au centre, le mamelon A, entouré de la vallée sèche *v*.

On expliquerait difficilement, en effet, la présence, en R, de rochers corrodés et surplombants, dans l'hypothèse d'un méandre unique. Nous signalerons que M. H. Forir a découvert des stalactites, en cet endroit.

Il ne peut donc faire de doute, selon nous, que, jadis, existaient à Comblain-au-Pont, dans le Calcaire carbonifère, de grandes cavernes, où s'engouffrait l'Ourthe, et dont le plafond a disparu.

Ici encore, comme à Constantine, la rupture de la voûte de la grotte semble avoir commencé vers l'amont, pour finir vers l'aval. Il serait facile de trouver une explication de ce fait, en se basant sur la saturation progressive des eaux qui circulent dans le calcaire.

Comme on peut le voir sur la carte, fig. 9, l'Ourthe forme encore, à Comblain-au-Pont, un double méandre dans les calcaires. Il est donc probable qu'il s'y effectue des rectifications nouvelles. A l'ouest des rochers R, dans la propriété de Mme la comtesse de Stainlein, existe une caverne bien connue, du type des grottes de rectification.

Nous avons, en Belgique, d'autres exemples intéressants de ce cas ; nous en examinerons deux, dans la vallée de la Meuse.

La Meuse entre Yvoir et Profondeville.

(Pl. I.)

Entre ces deux localités, la Meuse présente deux particularités très remarquables : sur la rive gauche du fleuve, on voit, à Profondeville et à Annevoie, une dépression semi-circulaire, aboutissant, de part et d'autre, à la vallée et isolant un mamelon conique, de forme semi-circulaire ou elliptique.

Étudions successivement chacun de ces points :

1°) *Profondeville.* — En face du village, la Meuse forme un méandre assez particulier, en forme de V, dans l'axe

duquel, sur la rive gauche, se trouve un mamelon isolé, le Bois de Hulle, entouré par une dépression elliptique, allongée de l'Ouest à l'Est, et dont le fond reste presque constamment au niveau de la vallée de la Meuse, en s'élevant toutefois très légèrement, de part et d'autre, jusqu'au point le plus éloigné du fleuve.

Quand on pénètre dans cette dépression, on a immédiatement l'impression que l'on se trouve dans la vallée d'une rivière importante et, notamment, dans un méandre. Cette dépression en présente, en effet, tous les caractères : la paroi extérieure est très escarpée, interrompue seulement, en un point, par une dépression que suit la route vers Bois-de-Villers. La pente ne s'adoucit qu'à l'entrée d'amont de la dépression.

Sur le mamelon, au contraire, la pente est douce et régulière ; elle devient assez brusque à l'entrée d'amont de la dépression, précisément au point correspondant à celui où la rive opposée est en pente douce.

La géologie de la région est très simple. Les terrains primaires comprennent le Burnotien et le Couvinien, les calcaires givetiens et frasniens et le Famennien, se succédant régulièrement du S. au N., en formant des bandes parallèles, dont la direction est approximativement NW.-SE.

Outre les terrains primaires, il y a lieu de signaler un important dépôt de cailloux roulés, qui couvre tout le mamelon, le fond de la dépression où il est presque complètement recouvert par un manteau de limon et d'éboulis des pentes, et le promontoire compris entre la dépression et la vallée de la Meuse, en amont de Profondeville.

Ces cailloux roulés sont formés principalement de quartzite révinien, facilement reconnaissable aux cavités cubiques, indices de la dissolution de pyrite, de quartz blanc, de grès, de quartzites et de psammites du Dévonien inférieur et, parfois aussi, mais plus rarement, de psammites du Condroz.

Ces cailloux sont identiques à ceux que l'on trouve dans le lit actuel de la Meuse et le dépôt nous prouve que nous avons affaire à un ancien méandre de ce fleuve, aujourd'hui abandonné, par suite de la destruction de son pédoncule.

Quelle est la cause de cette rectification du cours du fleuve ? Nous avons vu que, parmi les terrains qui constituent la région, se trouve le calcaire dévonien, formant une bande assez étroite, dirigée du SE. au NW. Or, nous remarquons que le point où la Meuse fait un coude très brusque, à Profondeville, se trouve précisément à la traversée de la bande de calcaire dévonien.

Si, en tenant compte de la loi de l'accentuation des méandres, et en prenant pour base la répartition actuelle du dépôt de cailloux roulés, nous essayons de reconstituer les cours successifs de la Meuse, indiqués, sur la carte, par des lignes pointillées différentes, nous remarquons que, lorsque la rivière coulait dans la dépression, maintenant à sec, elle baignait, de part et d'autre, la bande calcaire. Dès ce moment, à travers cette roche, des infiltrations se sont faites à travers les fissures, permettant à une partie de la rivière de passer souterrainement, comme le fait l'Ourthe à Durbuy; ces infiltrations allant toujours en augmentant, à un moment donné, la Meuse tout entière a coulé souterrainement, comme la Lesse à Han. Puis, le plafond de la grotte s'est effondré, la Meuse a eu vite fait de déblayer sa vallée, par suite de la faible épaisseur de la bande calcaire et elle a enfin pris son cours actuel; le nouveau méandre formé, en s'accentuant, laissa, sur la rive droite, la petite plaine d'alluvions, située dans la partie N. du méandre actuel.

2°) *La Meuse à Annevoie-Rouillon.* — A Annevoie, la vallée de la Meuse présente une particularité analogue à celle que nous venons d'étudier à Profondeville.

Elle fait un méandre assez brusque et de forme analogue

au précédent; sur la rive droite, se trouve un mamelon sur lequel est situé le château de Hun et qui est entouré d'une dépression semi circulaire, partant de la vallée de la Meuse, au hameau de Hun, pour y revenir plus au Nord, à Rouillon.

Quand on part de Hun, on arrive dans la dépression, par un ravin assez étroit, au-dessus duquel elle s'ouvre largement. Comme à Profondeville, on a immédiatement l'impression que l'on se trouve dans la vallée d'une rivière importante. Le bord externe, beaucoup plus escarpé que le bord interne, rappelle un méandre. Le fond s'élève insensiblement jusqu'au point le plus éloigné du cours actuel du fleuve, puis il redescend vers la vallée; mais, dans la seconde partie, les caractères que nous venons d'indiquer pour la première sont beaucoup moins nets, car la topographie est compliquée par la vallée du ruisseau de Rouillon et deux autres petites ravines qui viennent aboutir à la dépression.

A Rouillon, on a également accès dans la vallée semicirculaire, par un ravin très escarpé, au fond duquel coule le ruisseau de Rouillon.

Quant au mamelon, sa pente est douce vers la dépression; elle est plus rapide à ses deux extrémités. En outre, du côté de la Meuse, on remarque à mi-hauteur, vers la cote 125, une terrasse bien indiquée, sur la carte, par les courbes de niveau. Cette terrasse est coupée, vers la vallée, par une pente brusque et des rochers à pic.

La géologie de la région est très simple : au N. et au S., nous trouvons successivement des schistes, des grès et des poudingues du Couvinien et du Burnotien, des calcaires givetiens et frasniens, des schistes et des psammites famenniens, le Calcaire carbonifère et les schistes houillers. Ces terrains se succèdent régulièrement, en formant des bandes parallèles, orientées du NW. au SE.

Nous avons également à considérer des dépôts superficiels importants : des cailloux roulés formés, en majeure partie, de quartzite révinien, de quartz blanc, de grès du Dévonien inférieur, de psammites, etc., couvrent le mamelon isolé, presque en entier, ainsi que le fond de la dépression, où ils sont difficiles à trouver, à cause de la présence d'une quantité assez considérable de limon ; on les trouve, en outre, en grande abondance, sur le promontoire compris entre la vallée de la Meuse et la dépression en amont de celle-ci ; ils sont très nombreux, également, sur la rive droite, dans la plaine d'alluvions comprise dans le méandre actuel ; ils s'élèvent jusque la cote de 125 mètres, environ.

Ces cailloux sont, en tous points, identiques à ceux que l'on trouve actuellement dans la vallée de la Meuse et, comme nous l'avons fait pour Profondeville, nous devons en conclure que nous avons affaire à un ancien méandre de la Meuse, mais un peu plus compliqué que le précédent.

Avant d'aller plus loin, signalons un autre dépôt intéressant : lorsqu'on pénètre dans la dépression par le côté N., on remarque que le ruisseau de Rouillon a creusé sa vallée à pic, dans un dépôt de tuf d'une épaisseur considérable et dont l'étendue approximative a été figurée sur la carte; on y trouve, en abondance, des débris de plantes, autour desquels le tuf s'est déposé et a pris la forme concrétionnée. Nous discuterons tout à l'heure l'origine de ce tuf.

Après avoir déterminé l'étendue couverte par les cailloux roulés, nous pouvons, en nous basant sur les courbes de niveau et en appliquant la loi de l'accentuation des méandres, déterminer les cours successifs que la Meuse a suivis.

Nous voyons ainsi, qu'à un moment donné, le fleuve décrivait un méandre très accentué, avec un pédoncule

extrêmement réduit; il coulait alors sur la terrasse que nous avons signalée, à mi-hauteur du mamelon. Le pédoncule, à ce moment, était précisément formé de calcaire; suivant la marche déjà exposée plus haut, on s'expliquera facilement la rectification du cours.

La Meuse formait alors une boucle qui a été, elle-même, en s'accentuant, laissant, sur la rive droite, une plaine alluviale, couverte de cailloux roulés.

Comme on le voit sur la carte, au moment du raccourcissement, l'isthme était très réduit et l'on peut se demander s'il est bien nécessaire, pour expliquer sa rupture, de faire intervenir la formation d'une grotte. Quoi qu'il en soit, il nous semble que la présence du calcaire a dû favoriser singulièrement la destruction du barrage séparant deux points du cours d'eau, situés à des niveaux différents.

La formation du dépôt de tuf peut, à notre avis, être expliquée de la façon suivante. Le ruisseau de Rouillon a la majeure partie de son cours sur le calcaire; il en dissout donc une forte proportion et peut le précipiter au contact de végétaux que l'on retrouve ensuite, englobés dans sa masse.

Il est certain que la plus grande partie du tuf a été déposée par le cours d'eau actuel, car le dépôt s'étend jusqu'au fond de son lit. Seulement, on peut voir, sur la carte, que cette formation couvre une étendue assez considérable et l'on peut se demander si le tuf n'a pas commencé à se former, alors qu'un bras de la Meuse passait encore par l'ancien méandre, tandis que le cours principal suivait la vallée actuelle, soit à ciel ouvert, soit souterrainement. Dans ces conditions, ce dépôt pourrait induire en erreur sur la largeur réelle de la vallée primitive.

Nous croyons bon de faire remarquer que le tuf se trouve ici dans une situation analogue à celle du dépôt semblable du Hoyoux, à Barse, c'est-à-dire au contact du

calcaire dévonien et des roches rouges du Couvinien et du Burnotien. Nous expliquons donc cet accident remarquable de la vallée de la Meuse, par la rectification d'un ancien méandre du fleuve.

Cette hypothèse, qui ne peut soulever d'objection pour le cas de Profondeville, quand on étudie la chose sur place, pourrait paraître très osée, lorsqu'on visite la dépression d'Annevoie en allant du N. au S. car, dans la partie N., les caractères d'ancien méandre sont peu nets. On pourrait se demander s'il ne s'agit pas plutôt d'une ancienne terrasse remaniée. Nous pouvons faire à celà diverses objections :

1° Dans ce cas, tout le mamelon serait couvert de cailloux roulés.

2° Puisqu'on trouve des cailloux roulés sur les deux rives, ce dépôt devrait atteindre la même altitude de part et d'autre.

3° Si la partie de la dépression située au NW. du mamelon peut s'expliquer par la présence du ruisseau de Rouillon, il n'en est pas de même de la large dépression, si nette, qui le limite au Sud, qui présente tous les caractères des méandres et dans laquelle ne coule aucun ruisseau.

On ne comprendrait pas, non plus, pourquoi la vallée, si large au dessus, se terminerait par un ravin étroit, en approchant de la Meuse.

On peut se rendre compte facilement de ce que la dépression présente une élévation maxima au point le plus éloigné de la Meuse ; en effet, une fois que le méandre fut abandonné, les eaux de ruissellement qui s'y concentrèrent, s'écoulèrent, de part et d'autre, vers la Meuse, en faisant prendre au terrain des pentes en sens contraire, par suite du creusement plus rapide de la vallée principale. En outre, la dépression a une tendance à se combler par les matériaux descendant des pentes voisines ; or, c'est

précisément au point où la pente change de sens, que l'enlèvement de ces matériaux, par les eaux courantes, est le plus difficile. C'est le même cas que pour les méandres abandonnés de Comblain-au-Pont et de Constantine.

Remarque. — Si nous comparons le méandre rectifié de Profondeville à celui d'Annevoie, nous arrivons à une conclusion intéressante. Nous voyons que, dans le premier, le fond de la dépression est, pour ainsi dire, au niveau de la vallée actuelle; de plus, ce méandre a gardé tous ses caractères primitifs et c'est à peine s'il a été modifié depuis son abandon par le fleuve.

Le second méandre, au contraire, est déjà assez profondément transformé, surtout dans sa partie Nord; le fond de la dépression est à un niveau plus élevé que celui de la vallée de la Meuse; sa pente a, également, été assez bien changée.

Nous pouvons en conclure, que la rectification du méandre de Profondeville est fort récente, tandis que l'abandon de celui d'Annevoie est beaucoup plus ancien; ces deux phénomènes se sont donc produits à des époques différentes.

* * *

Ces rectifications de méandres ne s'observent pas uniquement dans les régions calcaires. Nous en connaissons des exemples dans d'autres terrains, où elles sont une conséquence de la loi de l'accentuation des boucles. Mais, dans les calcaires, la rectification marche plus rapidement, aidée par des dissolutions souterraines.

Nous avons fait remarquer, cependant, que dans certains cas, le travail de rectification est, lui-même, facilité par celui de la dénudation pluviale. Dans un méandre comme celui de la figure 2, on peut démontrer qu'une dépression superficielle doit finir par se produire suivant la ligne AB.

On se tromperait, en assignant une époque précise aux

phénomènes de grandes dissolutions dans les calcaires. Nous avons montré que les rectifications sont d'âge très variable; c'est un phénomène très ancien, qui continue à s'effectuer de nos jours.

Les cours d'eau, dans leur évolution, paraissent suivre une loi assez bizarre. Au début, ils se tracent un cours légèrement sinueux, dans la direction du but à atteindre. Plus tard, ils accentuent de plus en plus leurs sinuosités premières, marchant alors, dans certaines parties de leur cours, vers une direction diamétralement opposée à celle qu'ils doivent suivre. Enfin, comme s'ils reconnaissaient leur erreur, ils finissent, en rectifiant leurs méandres, par reprendre le chemin le plus court pour arriver au but.

BIBLIOGRAPHIE.

Au sujet des théories sur le creusement des cavernes et de la circulation souterraine des eaux, voir spécialement, indépendamment des ouvrages de géologie générale :

E. Dupont.—L'homme pendant les âges de la pierre, 1872.

E. Van den Broeck.— Sur les phénomènes d'altération des dépôts superficiels, etc., *Mém. cour. Ac. roy. des sciences de Belg.*, t. XLIV, 1880.

J. Fraipont et *M. Lohest.* — La race humaine de Neanderthal ou de Canstadt en Belgique. *Bull. Ac. roy. de Belg.*, 3e série, t. XII, n° 12, 1886.

E. Martel. — Les Cévennes. Paris, Delagrave, 1890.

E. Dupont. — Les phénomènes généraux des cavernes en terrains calcareux et la circulation souterraine des eaux dans la région Han-Rochefort. *Bull. Soc. belg. de géol.*, t. VII, *Mém.*, p. 190, 1893.

E. Martel. — Les Abîmes, Paris, Delagrave, 1894.

Th. Verstraeten. — Circulation des eaux dans les massifs rocheux. *Bull. Soc. belg. de géol.*, t. IX, *Mém.*, p. 241, 1895.

Th. Rome. — De l'hydrographie souterraine dans les terrains calcaires. *Ibid.*, t. IX, p. 320, 1895.

A. Flamache. — Sur la formation des grottes et des vallées souterraines. *Ibid.*, t. IX, p. 355, 1895.

E. Van den Broeck. — Sur le mode de formation des grottes et des vallées souterraines. *Ibid.*, t. IX, p. 368, 1895.

J. Fraipont. — Les cavernes et leurs habitants. *Bibl. scient. cont.* Paris, 1896.

Otto Lang. — De la formation des cavernes. *Bull. Soc. belg. de géol.*, t. XI, *Mém.*, p. 191, 1897.

X. Stainier. — De la formation des cavernes. *Ibid*, t. XI, p. 251, 1897.

E. Van den Broeck. — Étude géologique, hydrologique et spéléologique des environs de Remouchamps. *Ibid.*, t. XII, *Proc.-verb.*, p. 180, 1898.

E. Rahir et *S. du Fief.* — De l'action chimique des eaux courantes dans les cavernes ou dans les grands canaux souterrains. *Ibid.*, t. XV, *Proc.-verb.*, p. 11, 1901.

E. Van den Broeck. — Le dossier hydrologique du régime aquifère en terrains calcaires. *Ibid.*, t. XV, avril 1901.

E. Van den Broeck et *E. Rahir.* — La Lesse souterraine. *Ibid.*, t. XVII, *Proc.-verb.*, p. 70 ; *Mém.*, p. 119, 1903. (Mémoire reçu pendant l'impression de ce travail.)

Considérations géométriques sur le bassin houiller du nord de la Belgique,

PAR

Émile HARZÉ,

Directeur général honoraire des mines.

—

PL. II et III.

—

1re PARTIE (¹).

PRÉLIMINAIRES. — Dans une note du 17 février 1902, produite le 16 mars suivant en séance de la Société géologique de Belgique, ainsi que dans notre conférence du 7 mai 1902 à la Société belge des ingénieurs et des industriels, nous avons fait observer que les nombreuses communes de la Campine qui pouvaient récéler la houille, entr' autres celles dont dépend le camp de Beverloo, faisaient partie ou étaient en face d'un golfe ou mieux d'une rade — ce sont nos expressions — dont l'épaulement se dessinait vers le prolongement de la ligne Bruxelles-Malines (²).

Cette ligne et son prolongement nous apparaissaient comme devant marquer un relèvement de toute la formation primaire.

Nous avions puisé cette manière de voir dans une étude personnelle de la *Carte du relief du sous-sol primaire et*

(¹) Communication lue à la séance du 19 juillet 1903.

(²) Voir, notamment, notre notice du 10 juin 1902, parue, à la suite de la dite conférence, dans les *Annales des travaux publics de Belgique*.

de l'extension des mers crétacées dans le nord de la France et de la Belgique, de M. H. Forir, carte commentée par son auteur en séance du 18 juin 1899 de la Société géologique [1].

On sait que ce relief est représenté par des courbes de niveau équidistantes de 50 mètres de hauteur verticale, qu'ont permis de tracer les affleurements étudiés du Primaire et la rencontre de celui-ci par d'assez nombreux sondages forés à la recherche d'eaux alimentaires.

En recourant à de simples calculs géométriques et en nous inspirant du sentiment des courbes connues, nous avons complété hypothétiquement la représentation du Primaire à toutes profondeurs et notre notice du 10 juin 1902 en donna une partie. Cette représentation graphique, la première de l'espèce, croyons-nous, qui ait été produite, accusait vers la Meuse le commencement de l'épaulement oriental du golfe, alors que plus d'un ingénieur ou géologue faisait passer directement les courbes de niveau du Primaire, sans inflexion aucune, du Limbourg néerlandais au Limbourg belge.

La courbe cotée — 50 m., sur la carte de M. Forir, se profilait au nord de Bruxelles en un cap fort aigu. Celui-ci disparut dans une nouvelle édition de l'œuvre [2] pour être remplacé par une saillie arrondie ; et ce mouvement dans l'allure du Primaire paraissait, d'après les idées de l'auteur, devoir s'éteindre aux courbes immédiatement inférieures.

Ce fut le sondage à eau de l'arsenal de Malines qui vint porter cette modification.

L'examen attentif que nous fîmes des coupes de 19 puits artésiens forés dans l'agglomération bruxelloise ou au voisinage immédiat de celle-ci, nous donna une allure de

(1) *Ann. de la Soc. géol. de Belgique*, t. XXVI, *Mém.*, pp. 130-155, 18 juin 1899.
(2) *Ibid.*, t. XXIX, pl. I.

courbe assez semblable à celle fournie par M. Forir. Quant à l'extinction du mouvement concernant les courbes plus au Nord et, par suite plus profondes, elle ne nous fut pas démontrée.

M. Forir, tout en n'écartant pas, d'une manière absolue, l'hypothèse d'une origine tectonique, rattacha la crête de Bruxelles-Malines à un phénomène d'érosion. En ce qui nous concerne, nous penchâmes plutôt à croire à un relèvement de tout le Primaire vers cette ligne, sinon à une faille considérable dénivelant les diverses assises de toute la formation (1).

Ce relèvement continu, analogue à celui du bassin de Liége vers Andenne et le ruisseau de Samson, fut l'hypothèse qui nous parut alors la plus plausible. Dans notre notice du 10 juin 1902, page 18, nous disions que le charbon qui serait rencontré éventuellement, tant à l'ouest de Beeringen qu'à Westerloo et à Santhoven, donnerait des indices sur le relèvement du fond du bassin et nous ajoutions que les sondages en ces localités seraient d'autant plus intéressants, qu'ils pourraient révéler aussi un changement dans l'allure de la formation houillère. La rencontre dans toute cette région, immédiatement sous les morts-terrains, de zones inférieures de l'étage avec houille du Houiller, est venu démontrer la remonte du fond du bassin, alors que le phénomène d'érosion auquel M. Forir était tenté de rattacher la crête de Bruxelles-Malines, eût expliqué, toujours d'après le même auteur, une plus grande puissance et, partant, une plus grande richesse du précieux combustible (2).

Sans abandonner l'hypothèse du relèvement du bassin en pente continue vers l'Ouest, nous avons été amené à

(1) Voir notre notice du 10 juin 1902, page 18.
(2) *Ann. de la Soc. géol. de Belg.*, t. XXIX, p. M 96.

préférer depuis, celle, non seulement de notre grande faille de dénivellement, mais de plusieurs autres secondaires, plus ou moins Sud-Nord, lesquelles découperaient la formation houillère en de grands paliers étagés les uns sur les autres.

Cette dernière conception, également d'ordre tectonique, qui, comme on vient de le voir, s'allie à notre deuxième hypothèse primordiale, a été produite par M. l'ingénieur Kersten, inspecteur général des charbonnages patronnés par la Société générale, dans une notice datée du 15 décembre 1902.

A propos de notre grande faille de dénivellation, on remarquera que le « grand décrochement horizontal au » delà duquel tout le massif de Malines, Anvers, Kessel et » Santhoven aurait été refoulé vers le Nord », hypothèse que M. le professeur Stainier a formulée le 18 novembre 1902, puis reproduite, d'une manière plus dubitative, le 16 décembre 1902, dans deux communications à la Société belge de géologie, est une conception analogue à la nôtre (¹).

Notons que les dernières hypothèses dont il s'agit permettent de donner aux divers groupes de couches, des directions en rapport avec les courbes de niveau du Primaire, circonstance que l'on rencontre très généralement dans les bassins de la Westphalie et de la Wurm, même aussi dans celui du Limbourg néerlandais, et que l'on constate également pour la plus grande partie de notre bassin méridional, ainsi que pour son prolongement dans le nord de la France. Il en est autrement, tant dans le tracé de

(¹) Loin de nous, de prétendre que l'honorable professeur nous ait emprunté, même partiellement, sa conception. Nous sommes persuadé que la nôtre lui était inconnue. En géologie surtout, les idées germent et se développent chez les adeptes de la science à l'insu les uns des autres. Et c'est souvent une erreur que de prétendre à la paternité exclusive d'une idée, parce qu'on a été le premier à avoir l'occasion de la publier.

MM. P. et M. Habets que dans celui de M. Forir, ce qui ne suffit pas, nous le reconnaissons, pour les faire rejeter.

Nous sommes d'avis que, dans l'état des choses connues, il est difficile, sinon impossible, de se prononcer définitivement sur les diverses hypothèses qui ont surgi et auxquelles nous joignons celle représentée par le schéma figuré à la page suivante. Ce schéma montre l'affleurement du Houiller se profilant, sous les morts-terrains, en une courbe très sinueuse et dessinant ainsi une suite d'ondulations dont nous avons cru trouver quelques indices.

Un tel profil, à moins du renversement de l'inclinaison de l'ennoyage, limiterait considérablement la zone au nord et au nord-est de la ville d'Anvers, où l'on espérait pouvoir atteindre le Houiller; et encore, s'il existe, n'y rencontrerait-on guère que les assises inférieures de celui-ci.

Les deux hypothèses ne s'excluent d'ailleurs pas.

La conception d'une suite de larges paliers limités par des failles se traduit, sur la surface du Primaire, par de grands déplacements du Sud au Nord, du Calcaire carbonifère et des divers groupes de couches.

La grande amplitude de ces déplacements résulte de ce que les strates sont peu inclinées et de ce que la surface du Primaire, sur laquelle se font les *raccordements* des parties déplacées, les unes par rapport aux autres est elle-même, inclinée dans le même sens que les strates.



Origine des recherches vers la région de la ville d'Anvers. — M. Louis Mercier, une personnalité éminente parmi les ingénieurs civils des mines de France, qui nous fit l'honneur d'assister à notre conférence du 7 mai 1902, nous ayant demandé une réduction de notre grande carte [1],

[1] Évidemment, notre essai de carte n'était rien moins que très hypothétique. Par suite de l'allure des courbes de niveau, tant à Dunkerke qu'au sud de Bruges, telles qu'elles figuraient sur la carte de M. Forir, il semblait que l'érosion du ter-

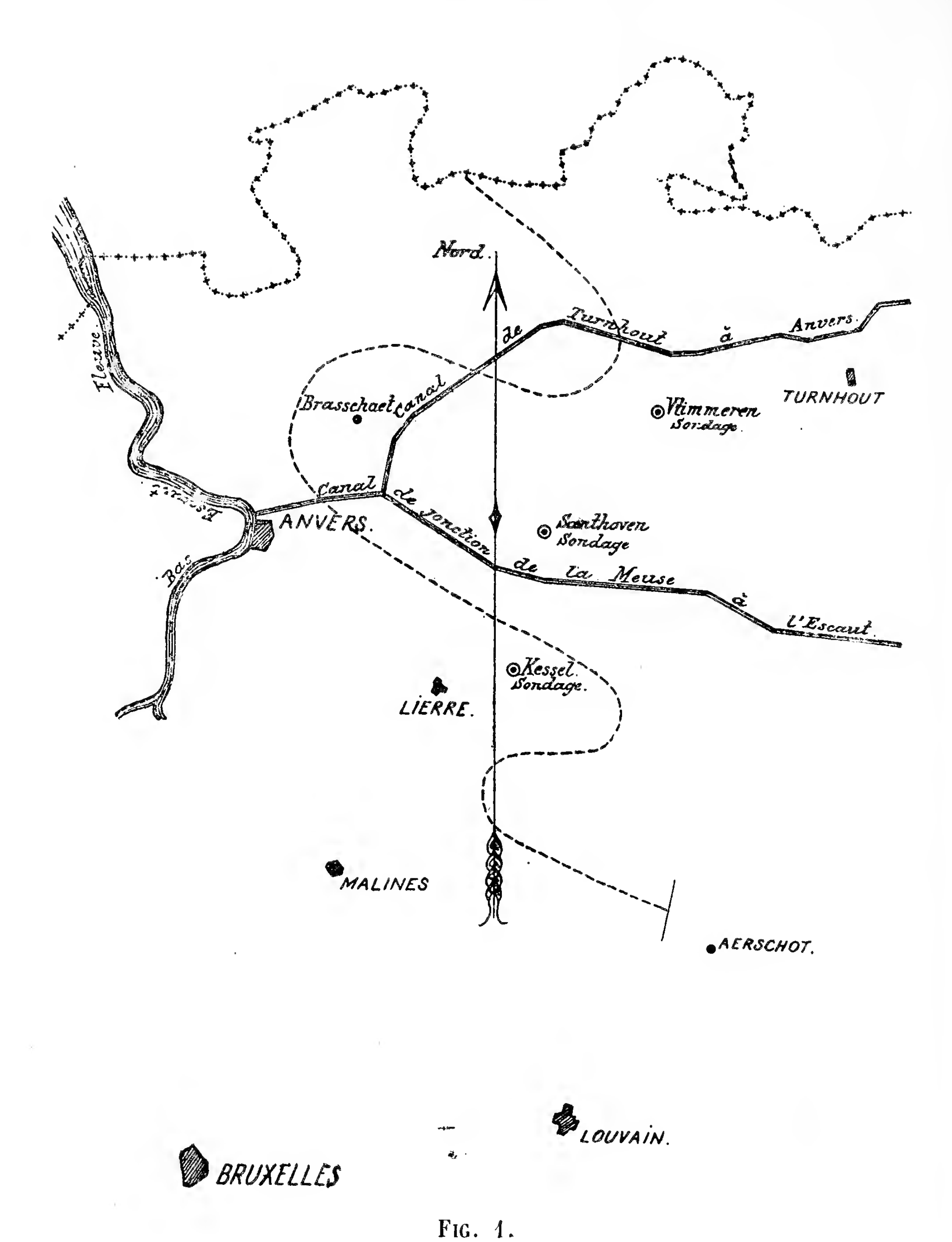


FIG. 1.

Échelle approximative de 1 : 600 000.

rain houiller serait moins grande dans la province d'Anvers que dans le Limbourg. Aussi nos courbes, hypothétiques dans la Campine, se redressaient-elles rapidement au NNW., à leur entrée dans la dite province d'Anvers, ce qui accentuait la configuration du golfe houiller.

s'en servit pour porter immédiatement au loin, dans la province d'Anvers, les recherches en exécution alors dans le Limbourg. Après avoir bien voulu nous consulter, il résolut de foncer trois sondages au voisinage de la ligne énigmatique dont il vient d'être parlé. De là, suivant les résultats que l'on obtiendrait, les recherches seraient transférées dans la Flandre orientale.

Pour réaliser ce programme, un sondage serait entrepris en un point à l'est de Lierre, un autre à Santhoven, un troisième à Oostmalle. Des terrains furent même acquis en cette vue.

C'est seulement après, que M. Mercier constitua la Société des Charbonnages du Nord de la Belgique, dont la très grande partie des actions furent souscrites par plusieurs de nos sommités financières.

Il n'est pas besoin de dire que les emplacements choisis étaient fort éloignés des recherches existantes.

Ils étaient à de plus grandes distances des forages en cours d'exécution ou exécutés jusqu'alors en Campine, que les premiers de ceux-ci ne s'étaient trouvés éloignés des sondages du Limbourg hollandais et même de certains points du territoire prussien.

*
* *

Origine des recherches vers la Meuse. — D'autre part, la même Société fut la première à entreprendre activement, après le succès du sondage d'Asch, des recherches à distance notable de celui-ci vers la Meuse où, d'après les idées exprimées et reçues, on appréhendait de grands accidents géologiques [1].

Des recherches ultérieures ont d'ailleurs démontré que

(1) Voir notre notice du 10 juin 1902, page 18.

les allures du Primaire sont fort tourmentées, entre le canal de Maestricht et la Meuse.

Les deux sondages exécutés par cette société, un peu à l'Ouest du dit canal, l'un à Lanklaer, l'autre à Eysden, recherches dont, par suite de leur position presque sur un même méridien, les résultats s'additionnent, ont traversé ensemble 831 mètres de stampes houillères, en faisant reconnaître 24 couches de houille, de $0^m.40$ à $1^m.75$ de puissance verticale en charbon. Ces couches représentent ensemble une hauteur globale de $16^m.65$ de houille, indépendamment de 18 veinettes en dessous de $0^m.40$, comportant une hauteur totale de $4^m.20$.

La reconnaissance eut été plus complète encore, sans l'incendie qui détruisit toute l'installation du sondage de Lanklaer.

*
* *

Exploration du prolongement, en Campine, de la ligne Bruxelles-Malines. — Des trois sondages projetés au voisinage de la ligne prolongée de Bruxelles-Malines, celui de Santhoven, étant de position intermédiaire, fut entrepris le premier, tout au commencement de juin 1902. Malheureusement, parvenu déjà à grande profondeur, un grave accident d'outil, auquel on ne put remédier, malgré plusieurs tentatives, força le sondeur à recommencer, fin août, le travail à une vingtaine de mètres du premier emplacement.

Le nouveau forage atteignit, l'un des premiers jours de décembre, le Houiller à la cote de — 700 m. Poursuivi dans cette formation, il y pénétra de 137 mètres, coupant deux couches de charbon, lesquelles présentaient ensemble une hauteur en houille de $1^m.90$. L'inclinaison des strates, légèrement variable, se trouvait être de 4 degrés environ.

Dès le 14 août 1902, la Société des Charbonnages du Nord

de la Belgique avait commencé à Kessel-lez-Lierre, sa deuxième recherche, après avoir hésité quelque peu sur l'emplacement de cette dernière.

Suivant les idées, qu'avec M. Mercier, nous nous étions formées touchant l'allure des courbes de niveau du Primaire, il y avait lieu de s'attendre à une déviation déjà sensible du dépôt houiller à partir de Beeringen. Mais, d'après nos informations, la tête du Houiller, au sondage de Westerloo (sondage *c1* = n° 33 de la carte officielle publiée ultérieurement) se trouvait à la même cote qu'au sondage de Beeringen (n° 28 = *c2*), ce qui n'était pas absolument exact (¹).

Ces deux points déterminaient une droite qui, prolongée à l'Ouest, passait à une petite distance au sud de la ville de Lierre. Aussi, en plaçant la nouvelle recherche à Kessel, à plus de 3 kilomètres au nord de cette ligne, comptions-nous, malgré la déviation prévue du gisement houiller, mais vu la distance de la limite présumée de celui-ci au sud des deux sondages directeurs, atteindre, tout au moins, les assises inférieures du bassin et réaliser, ainsi, en partie, le desideratum exprimé, comme suit, dans notre notice du 10 juin 1902 : « La recherche de la limite méri- » dionale du nouveau bassin serait d'autant plus utile, que

(¹) Les renseignements sur les recherches, le plus souvent échangés verbalement, entre intéressés, ou recueillis par simple écho, ne sont pas toujours d'une exactitude rigoureuse. C'est ainsi que nous avons constaté quelques différences entre certaines données consignées dans la notice de MM. P. et M. Habets, et celles publiées officiellement, depuis, dans les *Annales des mines de Belgique*. Une cause d'erreur, assez légère, il est vrai, réside dans la détermination des cotes des orifices de sondages, cotes qu'il faut souvent déduire de celles des courbes de niveau de la carte topographique militaire. Dans le présent travail, nous nous sommes tenu, presque exclusivement, aux renseignements officiels.

Nous rappelons ici que, connaissant la discrétion à laquelle l'Administration des mines est tenue, en matière de recherches, nous nous sommes abstenu de lui demander des renseignements qui eussent pu paraître avoir un caractère quelque peu confidentiel.

» c'est en approchant de cette ligne que l'on atteindra le » Houiller à la moindre profondeur, tout en espérant » pouvoir rencontrer un gisement encore suffisamment » riche, pour y établir une exploitation profitable (1) ».

Nous fûmes partiellement déçu dans nos prévisions, en ce sens, qu'à la cote de — 612 m., on eut la conviction que la sonde avait pénétré dans le Calcaire carbonifère, non loin, toutefois, du bord du gisement houiller. Néanmoins, M. Mercier, appréciant, avec raison, qu'il y avait un grand intérêt scientifique à poursuivre le sondage, n'arrêta le travail qu'à 704 mètres de profondeur, soit à la cote de — 696 m. La sonde était entrée dans une roche calcaire, gris rouge, associée à des schistes verts contenant de petits cristaux de pyrite.

Certes, ces résultats n'étaient pas de nature à encourager la poursuite du sondage de Santhoven, qui avançait péniblement dans des roches dures du Crétacique et d'où émergeait une abondante venue d'eau thermale, fortement salée, à action laxative et à émanations sulfureuses (2).

(1) Nous ignorions, alors, l'existence des grandes stampes stériles successives dans le Houiller dit productif.

(2) Analyse de l'eau jaillissante, provenant du premier sondage de Santhoven, à la profondeur de 304 m.

Densité. . . . . 1.0176 à 15° c.
2.5 aréomètre Beaumé.

Résidu sec par litre : 19gr.05, ayant une saveur rappelant celle du sel gris (sel marin non raffiné) :

Alcalinité, évaluée en carbonate de soude . . .	0gr.371	
Chlore (Brome? Iode?)	6 .380	(chlorures).
Soufre.	0 .210	(sulfates).
Chaux.	0 .330	
Magnésie.	0 .140	
Potasse et soude	4 .539	
Insoluble.	0 .080	
	12gr.050	

Il n'y avait pas assez d'eau pour déterminer séparément le chlore, le brome et l'iode, d'une part, la potasse et la soude, d'autre part. La potasse et la soude existent ; mais il n'est pas certain qu'il en soit ainsi pour le brome et l'iode.

Il semblait qu'il n'y avait guère d'espoir, là-bas, que pour la création d'une station balnéaire, à laquelle se prêtait une riante localité.

Cependant, ayant remarqué que, d'une manière générale, la pente des roches du Primaire rencontré au sondage de Kessel augmentait avec la profondeur, nous fûmes amené à émettre l'avis que ce dernier avait pénétré dans une ondulation convexe et qu'on pouvait ainsi espérer trouver, à Santhoven, plus de terrain houiller que la position de la recherche, par rapport au calcaire, ne semblait l'indiquer.

Les résultats ultérieurs de cette dernière recherche vinrent, heureusement, confirmer cette prévision, puisque, avons-nous dit, la sonde rencontra, en décembre 1902, le Houiller à la cote de — 700 m. et amena bientôt la découverte de deux couches de houille, dont l'une, en une laie, de $1^{m}.10$ de puissance et l'autre, en plusieurs laies, d'une épaisseur globale utile de $0^{m}.80$.

La teneur respective, en matières volatiles, du charbon de ces deux couches, ayant été trouvée de 19.42 et 20.32 % [1], alors que le sondage se trouvait relativement rapproché du bord du bassin, il était particulièrement intéressant de connaître à quel groupe il fallait les rapporter.

MM. P. Fourmarier et A. Renier, ingénieurs au Corps des mines, voulurent bien se charger de cette détermination délicate, en usant des ressources du caractère paléontologique.

En attendant les résultats de cet examen, nous classâmes provisoirement ces couches dans le groupe inférieur, malgré la teneur assez élevée ci-dessus indiquée.

On verra que ce chassement fut confirmé.

(1) Certaines analyses, opérées dans un deuxième laboratoire, ont donné des teneurs un peu moindres : 18 et 19 %.

*
* *

Détermination géologique du sondage de Kessel. — Nous avons dit que, dans la recherche de Kessel, on s'était reconnu dans le Calcaire carbonifère, à la cote de — 612 m.

Cette cote se prêtait mal au raccordement du Primaire rencontré aux sondages de Bruxelles, de Malines et de Santhoven. Aussi, avions-nous écrit à notre savant et obligeant collègue, M. Rutot, pour savoir si, réellement, le Primaire avait été atteint au sondage de l'arsenal de Malines à la cote de — 223 m., indiquée dans une de ses notices [1], et avions-nous suspendu nos essais de raccordement tant que ce doute [2] ne fut pas levé. En même temps, M. Forir opérait la détermination géologique précise de toute la série des échantillons recueillis au sondage de Kessel.

A peu près simultanément, nous reçumes, de M. Rutot confirmation de la profondeur du Primaire à Malines, pour autant que le permettait l'état déplorable dans lequel lui étaient parvenus les échantillons du sondage foré en cette ville, et de M. Forir, information du fait considérable que voici : A Kessel, le Calcaire carbonifère avait été atteint, non à la cote de — 612 m., mais à celle de — 568 m., sinon même un peu plus haut, les échantillons présentant une lacune, de — 565 à — 568 m.

M. Forir ajoutait, dans sa lettre, que l'existence de ce calcaire à — 568 m. est indiscutable, un *Productus Cora*

(1) *Bull. de la Soc. belge de géologie*, t. XV, 1901.

(2) MM. Ch. Lejeune de Schiervel et M. de Brouwer ont émis le même doute dans une communication à la Société belge de géologie et ce doute a paru être partagé par M. le baron van Ertborn. M. H. Forir est plus catégorique encore, puisque, dans la séance du 19 juillet 1903, il a fait connaître les arguments qui, selon lui, démontrent que le Primaire ne peut se trouver, à Malines, qu'à la cote — 310 à — 335 m.

ayant été trouvé dans l'échantillon correspondant à cette cote (1).

Il est à remarquer, qu'entre les niveaux de — 568 et de — 612 m., la sonde avait traversé des bancs de cherts, des bancs de calcaire avec quartz, puis une assise de calcaire blanc grisâtre, cristallin.

Toutes ces roches offraient une égale résistance à l'outil. Aussi, les avancements journaliers du sondage étaient-ils faibles et sensiblement les mêmes. Cette situation ne se modifia qu'à partir de la cote de — 612 m.

C'est sans doute à cette circonstance et à une similitude d'aspect des boues, que constate M. Forir, que l'entrée dans la formation carbonifère passa d'abord inaperçue, d'autant plus que l'on s'attendait à ce que le Houiller succédât au Crétacique.

Ce que M. Forir venait de révéler, nous permit de rectifier la coupe que nous avions tenté de faire, de Bruxelles à Santhoven, en passant par Malines et Kessel, et à modi-

(1) Dans la suite, M. Forir reconnut le même fossile aux niveaux de — 572, — 590, — 592 et — 595 m. ; en outre un *Spirifer glaber* (?) à — 581 m. ; un *Productus sp.* à — 585 m.; un *Streptorhynchus crenistria* à — 592 m.; un *Chonetes papilionacea* à — 595 m. A — 617 m., après avoir pénétré dans les assises viséennes et tournaisiennes, la sonde entra dans le Famennien supérieur. Plus bas encore, d'autres assises ont de même été reconnues, au point que la sonde serait arrivée dans le Givétien, très près du Siluro-Cambrien, si même celui-ci n'a pas été atteint, car des roches qui semblent siluriennes figurent dans les échantillons du sondage et l'on peut se demander si leur présence résulte d'un remaniement du fond silurien par la mer givétienne, ou bien s'il n'y a pas eu une interversion dans l'ordre des échantillons.

Le voisinage ou la présence du Siluro-Cambrien est à rattacher à l'assise rencontrée au sondage de Hoesselt.

Les résultats de la coupe de Kessel, si remarquable par les particularités qu'elle offre, tant dans les terrains tertiaires et secondaires que dans la formation primaire, ont été savamment commentés par M. Forir dans la séance du 19 juillet 1903 de la Société géologique de Belgique.

Ils figurent dans les *Annales des mines de Belgique*, t. VIII, p. 38.

Cette coupe, par son grand intérêt scientifique, nous paraît digne de devenir classique, dans les cours de géologie.

fier aussi nos six courbes de niveau, à l'approche de cette ligne, au profit, d'ailleurs, de nos idées premières.

*
* *

SUITE DE L'EXPLORATION DU PROLONGEMENT, EN CAMPINE, DE LA LIGNE BRUXELLES-MALINES. — D'après le programme de M. Mercier, un troisième sondage devait être foré à Oostmalle, où un terrain avait même été acquis depuis longtemps.

En raison de diverses circonstances, dont une toute spéciale, la recherche fut transférée à Vlimmeren et commencée dans les premiers jours de février 1903.

Comme les deux précédentes, elle se trouvait complètement isolée et toutes les trois constituaient les sondages avant-coureurs et éclaireurs de la reconnaissance du bassin houiller vers le nord de la ville d'Anvers et l'angle NE. de la Flandre Orientale.

Ce sondage, à 12 kilomètres à l'ouest de Turnhout, est le plus septentrional de ceux exécutés ou en exécution en Campine. Il se trouve à plus de 4 lieues au NW. du sondage de Gheel, à peu près à la même distance au nord de celui de Norderwyck et à 2 lieues au NE. de celui de Santhoven. Située à moins de 3 lieues du Brabant néerlandais, cette recherche intéresse également nos voisins du Nord.

Lors de notre communication du 30 juin 1903 à la Société belge de géologie de Bruxelles, le sondage, interrompu par un accident d'outil, venait d'être repris, mais sans avoir encore touché le Houiller. Ce résultat fut atteint, en août, à la profondeur de 896 mètres, soit à la cote de — 876 m. Le sondage, poursuivi jusqu'à la profondeur de 1 028 mètres, traversa quatre veinettes, de 8 à 20 centimètres, d'un charbon présentant respectivement les teneurs suivantes en matières volatiles, calculées relativement au charbon pur : 14.25, 14, 13.52 et 12.75 °/₀.

La pente, d'abord faible, de 30′ à 1°30′, s'accroissait ensuite jusqu'à 6°, puis diminuait en profondeur jusqu'à 2°30′.

Après la rencontre de la deuxième veinette, il nous parut, vu la faible teneur relative en matières volatiles du charbon recueilli, que l'on était à un niveau géologique encore inférieur à celui des couches traversées à Santhoven. L'inverse semblait toutefois résulter de l'examen paléontologique de MM. Fourmarier et Renier et, d'autre part, il nous était dit que, pétrographiquement, le sondage se trouvait vraisemblablement dans la première stampe stérile de Beeringen et de Zittaert (Meerhout). C'est ce qui fit poursuivre quelque peu le sondage. Or, cette stampe, à Beeringen, surmonte des couches et des veinettes d'un charbon d'une teneur en matières volatiles de 20.5 à 31,5 %, soit en moyenne d'environ 25 % et, quel que soit le manque d'unité dans les prises d'essai et les méthodes d'analyses, et tout en sachant que la teneur des charbons varie d'un point d'une couche à un autre, l'énorme écart ci-dessus nous fit maintenir notre appréciation première.

Il est à remarquer aussi que, dans aucun autre des sondages de la province d'Anvers, on ne constata la même succession de quatre veinettes.

Pour nous, Vlimmeren serait sur une crête qui sépare deux ondulations de la formation houillère, dans le sens transversal. Le schéma de la page M 36 rend compte de cette particularité.

*
* *

Pente générale du Primaire. — Si l'on envisage la coupe plus ou moins brisée, passant par Bruxelles, Malines, Kessel, Santhoven et Vlimmeren, la pente du Primaire vers le Nord, varie d'une localité à l'autre. Elle est, par kilomètre, de $9^{m}.20$ de Bruxelles à Malines, de $19^{m}.90$ de Malines à Kessel, de $15^{m}.20$ de Kessel à Santhoven

et de 18^{m}.00 de Santhoven à Vlimmeren. Les hauteurs ont été déterminées sur une ligne moyenne, avoisinant les sondages.

De Kessel à Vlimmeren, la hauteur moyenne de descente par kilomètre est de 16^{m}.50, ce qui correspond à peine à un degré de pente. La pente générale est plus accentuée au méridien de Hasselt, mais sans atteindre 1 1/2 degré. Elle s'accentue sensiblement entre le canal de Maestricht et la Meuse, dans un retour des courbes de niveau du Primaire, venant du Limbourg néerlandais.

2e PARTIE (¹).

Aspect général des résultats des divers sondages. — Nous allons essayer de coordonner les résultats des divers sondages, en n'envisageant, bien entendu, que ceux relatifs à la recherche de la formation houillère ou à sa détermination.

Mais auparavant, nous avons à exprimer nos réserves touchant le défaut de précision de ces résultats et, par suite, le degré de leur valeur relative.

Le manque de précision concerne la puissance des couches et des veinettes, leur composition et leur inclinaison, celle-ci altérée parfois par les déviations du trou de forage. A cette imprécision, s'ajoute la non détermination de leur direction et du sens de leur pente. Il pourrait en être dit autant au sujet des diverses stampes séparatives de ces couches et, notamment, des grandes stampes stériles qui constituent, dans nombre de régions houillères, de véritables horizons géologiques. Dans l'étude qui va suivre, nous n'avons considéré comme *grandes stampes stériles*, que celles approchant ou dépassant cent mètres, exemptes, sur toute cette hauteur, non seulement de couches, mais même de simples veinettes ou de veinules.

Il est à remarquer que la plupart des sondages sont à des distances assez notables les uns des autres, circonstance qui rend difficile un synchronisme bien apparent (²). Il est aussi des sondages que l'on peut considérer comme isolés.

(¹) Communication résumée à la séance du 15 novembre 1903.

(²) Les deux sondages les plus rapprochées l'un de l'autre, sont le sondage n° 2 = Y4 et le sondage n° 8 = Y3, appartenant à deux sociétés différentes, tous

La teneur du charbon en matières volatiles est un élément que l'on peut utiliser pour classer les couches en divers groupes. Ce n'est pas, cependant, que, dans un même sondage, cette teneur décroisse toujours d'une couche à la suivante. A une veine d'un charbon de teneur déterminée, succèdent parfois une ou plusieurs couches à teneurs plus élevées. D'autre part, il arrive que les teneurs du charbon de deux couches limitant une grande stampe stérile, ne présentent guère de différence.

les deux à Asch. La distance qui les sépare n'est que de 300 à 400 mètres et ils ont la même cote d'orifice + 78 m.

Or, voici les résultats obtenus en terrain houiller, tels qu'ils ont été renseignés à l'Administration des mines, par les auteurs de ces recherches.

Sondage n° 2 = Y4. Houiller 521 m.				Sondage n° 8 = Y3. Houiller 521m.30.			
Couches ou veinettes	Profondeurs en mètres	Puissance en mètres	Matières volatiles en %	Couches ou veinettes	Profondeurs en mètres	Puissance en mètres	Matières volatiles en %
»	»	»	»	V	531.70	0.30	38.00
C	539.80	1.05	36.30	»	»	»	»
V	554.85	0.25	»	»	»	»	»
C	559.90	0.50	38.39	»	»	»	»
»	»	»	»	V	574.23	0.10	»
»	»	»	»	V	577.08	0.32	38.00
C	600.50	2.20	32.85	»	»	»	»
»	»	»	»	V	602.66	0.15	»
C	612.80	0.70	34.00	»	»	»	»
»	»	»	»	C	613 20	0.54	43.00
Profondeur du sondage : 613 mètres.				Le sondage a été poursuivi jusqu'à la profondeur de 704m.30, ce qui a amené la rencontre d'une 5e et d'une 6e veinette, ainsi que celle d'une 2e couche.			

On voit qu'aux environs des profondeurs où il a été signalé des couches pour le sondage n° 2 = Y4, la Société propriétaire du n° 8 = Y3 n'a rencontré que des veinettes. On voit aussi que les teneurs du charbon en matières volatiles varient d'un sondage à l'autre, bien que, des deux côtés, les analyses aient été opérées sur du charbon pur.

2 décembre 1903.

Enfin la teneur du charbon d'une couche n'est pas la même sur toute l'étendue de son gisement. Il peut même y avoir des variations assez inattendues (¹).

Les anomalies des résultats obtenus ont été mises sur le compte d'un manque d'uniformité dans les manières d'opérer pour déterminer les teneurs des charbons. On a exagéré, pensons-nous, cette source d'erreurs qui, certes n'est pas à méconnaître surtout en ce qui concerne le charbon des sondages exécutés à l'origine des explorations. Mais dans la suite, les précautions et les méthodes se sont uniformisées et bon nombre d'analyses opérées dans le même laboratoire sont absolument comparables. D'ailleurs, l'Administration des mines ayant fait procéder au renouvellement de la plupart de ces essais en suivant un programme déterminé, il nous est revenu que les résultats ainsi obtenus concordaient généralement avec ceux qui avaient été renseignés.

Un autre élément de synchronisme gît dans le caractère paléontologique des roches et du charbon. Pour son application, M. Mercier a eu recours, comme beaucoup d'autres, à la science et à l'obligeance de MM. P. Fourmarier et A. Renier, ingénieurs distingués de notre Corps des mines, qui ont spécialement étudié cette détermination.

*
* *

CONFIGURATION DE LA SURFACE DU HOUILLER. — Dans notre étude géométrique, nous avons d'abord recherché quelle pouvait être l'allure de la surface du Houiller sous les morts-terrains.

Cette allure est représentée, pl. II, par des courbes équidistantes de 100 mètres de hauteur verticale, depuis la cote

(¹) Dans la séance du 19 juillet 1903 de la Société géologique de Belgique, M. Henri Lhoest, ingénieur-directeur des travaux du charbonnage de Gosson-Lagasse a présenté, à ce sujet, diverses observations judicieuses.

de —100 m. au nord de Bruxelles, jusqu'à celle de —900 m. au sud de Turnhout.

Pour la courbe supérieure, de —100 m., nous avons adopté sensiblement le tracé indiqué par M. Forir dans sa petite carte produite dans le tome XXIX des *Annales de la Société géologique de Belgique.* Pour les courbes inférieures, à partir de celle de —400 m., nous les avons établies d'après les données des recherches exécutées dans la Campine, en tenant compte des résultats du sondage de Malines. Afin de donner à notre travail le plus grand degré d'exactitude possible, nous avons cherché à raccorder directement les sondages qui ont atteint le Primaire à peu près à de mêmes cotes. Ces fragments de lignes de niveau ont servi ensuite de lignes directrices pour les courbes passant aux cotes ci-dessus envisagées.

Les courbes intermédiaires de —200 et —300 m. ont été tracées dans le sentiment de celles qui les encadrent, avec points de repère déterminés par les résultats du sondage précité de Malines et de ceux des sondages de Lanaeken et de Hoesselt.

Toutes ces courbes ont fatalement une ressemblance de parenté avec celles publiées successivement par M. Kersten (1), par MM. P. et M. Habets (2) et, plus récemment, par M. Forir (3). Il n'en pouvait être autrement, puisque toutes ont été engendrées sur les mêmes données, celles-ci devenant toutefois de plus en plus nombreuses au profit des nouvelles déterminations.

Nous estimons aussi que, comparées à leurs devancières, nos courbes, qui ont bénéficié des résultats récents du sondage de Vlimmeren et de la rectification de ceux de la

(1) *Ann. des mines de Belgique*, t. VIII.

(2) *Rev. univ. des mines et de la métall.*, 4e série, t. I, 1903.

(3) Carte géologique et orographique du sous-sol primaire de la Belgique et des régions avoisinantes. *Ann. de la Soc. géol. de Belgique*, t. XXX, pl. I et II, 1903.

recherche de Kessel, s'harmonisent mieux, dans la région anversoise, avec le mouvement reconnu au nord et à l'est de Bruxelles.

Vers la Meuse, ces mêmes courbes se redressent au Nord, comme l'indiquent d'ailleurs MM. P. et M. Habets et, de même, M. Forir dans leurs nouveaux tracés. Ce mouvement de retour confirme celui que nous avions déjà supposé lors de notre conférence du 7 mai 1902 et que nous avions amorcé sur la fig. 1 de notre notice, bien que le passage direct des courbes du Limbourg hollandais dans le Limbourg belge eût ses partisans autorisés.

De la Meuse à Santhoven, on remarquera plusieurs ondulations dans le sens longitudinal et qu'accentue la faible inclinaison du Primaire vers le Nord.

*
* *

Ondulations des strates. — Si la pente du Primaire se fait constamment vers le Nord dans la partie explorée jusqu'ici, on peut se demander s'il en est de même des strates houillères et par conséquent des couches de charbon.

Il est à remarquer que la formation houillère westphalienne présente, dans sa largeur, une suite de dépressions en forme de bassins, dépressions d'amplitudes et de profondeurs de plus en plus grandes à mesure que l'on s'éloigne de la limite méridionale de tout le gisement.

Ces dépressions ou vallées correspondent même aux diverses zones de la formation, telles qu'elles sont communément dénommées. On connaît la zone de Witten, la plus au Sud, puis successivement celles de Bochum, d'Essen, de l'Emscher et de la Lippe, en attendant vraisemblablement que d'autres, plus septentrionales encore, deviennent accessibles (1).

(1) Voir notre notice du 7 mai 1902, p. 6.

La même configuration n'existerait-elle pas en Belgique?

D'après la carte et la coupe du bassin de la Westphalie, la coupe passant par Bochum et Recklinghausen [1], ces ondulations ne sont généralement pas bien étendues en largeur et, à l'ouest de Ruhrort, sur la rive gauche du Rhin, il n'y a pas moins de deux vallées comprenant ensemble une largeur de 6 400 mètres à partir de la limite sud du bassin. La plus large au Nord sur la rive droite, représentée sur la coupe précitée est de 6 1/2 kilomètres.

Or, en Belgique, le sondage n° 20 = *a4* de Lanklaer, n'est pas à moins de 13 kilomètres de celui de Lanaeken et la recherche de Vlimmeren se trouve à 18 kilomètres du calcaire de Kessel.

Si nous relevons les inclinaisons des strates d'après les coupes des sondages publiées dans les *Annales des mines de Belgique*, nous arrivons aux tableaux ci-après (pp. 54-57), lesquels contiennent aussi une colonne relative aux teneurs en matières volatiles des charbons des premières couches ou veinettes rencontrées, et également une colonne concernant le passage des grandes stampes stériles. Nous reviendrons plus loin sur ces derniers points, à l'occasion du groupement des couches et des veinettes.

On observe qu'assez rarement les inclinaisons sont indiquées comme constantes sur la hauteur d'un même sondage, contrairement à ce que disent MM. P. et M. Habets dans leur mémoire [2].

Il est aussi à remarquer que les pentes varient d'une zone à l'autre.

Sans pouvoir déduire des conséquences précises de ces faits, nous examinerons ce que les variations de pente à un même sondage peuvent bien faire préjuger, en supposant

[1] *Annales de la Soc. géol. de Belg.*, t. XXVI.

[2] *Rev. univ. des mines et de la métall.*, 4e série, t. I, p. 286.

des allures exclusivement en plateures et parfaitement régulières.

Il ne faut pas perdre de vue que les inclinaisons renseignées, sans compter qu'elles ont pu être faussées par la non verticalité des trous de sonde, ainsi qu'il a été dit, peuvent n'être pas toujours dans un même plan de direction, notamment lorsque le sondage se trouve dans une ondulation de terrain suivant le sens longitudinal (1).

On sait, de même, que, malgré l'ingéniosité des moyens proposés et essayés pour mesurer la direction des strates et le sens de leur plus grande pente, le problème est considéré comme n'étant pas pratiquement résolu pour les grandes profondeurs (2). Et en fait, les nombreuses coupes des sondages exécutés en Campine qui ont été publiées dans les *Annales des mines de Belgique* ne donnent pas une seule direction et sont muettes sur le sens des inclinaisons. Nous pensons cependant, avec M. l'ingénieur Renier, que généralement, en terrain dur, l'orientation d'un témoin, en formation au fond d'un sondage reste ici chose possible par l'orientation successive, à la surface, d'après le procédé connu, de l'outil traceur et de chacune des tiges de suspension. Mais au lieu du trépan comme outil traceur, nous préfèrerions l'emploi d'un cylindre produisant, par le jeu de deux encoches d'acier, deux traces verticales opposées sur la surface cylindrique du témoin (3).

(1) Il y a alors des non-concordances et des causes d'erreur dans les coupes auxquelles donne lieu l'étude sommaire des résultats de premières recherches.

(2) Consulter le mémoire de M. Kersten et celui de M. A. Renier. De la reconnaissance des terrains par les procédés modernes de sondage. *Ann. des mines de Belgique*, t. VII, pp. 927 et suivantes.

(3) La substitution du cylindre traceur au trépan marqueur fut pratiquée jadis par M P. Plumat dans des reconnaissances opérées tant à l'intérieur qu'en dehors de la concession du Grand-Hornu. On sait comment, dans la descente, on maintient de tiges en tiges, d'après le procédé classique, l'orientation de l'outil traceur. La remonte de l'outillage se faisait avec les mêmes précautions minutieuses, ce qui permettait d'établir un certain contrôle sur l'opération première. On peut ainsi déterminer, avec une exactitude très satisfaisante, la direction et le sens des pentes

TABLEAU I.

ZONES	Nos des sondages du S. au N. et de l'E. à l'W.	Inclinaisons des strates (en descendant) degrés	Matières volat. des charbons des couches ou veinettes supérieures en %	Grandes stampes stériles (sans couches, ni veinettes)	OBSERVATIONS A la 2e colonne, le signe { réunit des sondages voisins, d'un même horizon.
A l'E. du canal de Maestricht.	51 = $U2$	25	11.3	Grande stampe stérile au fond, reconnue sur 94 mètres.	Dans cette zone, les courbes de niveau, considérées de l'W. à l'E., se redressent brusquement vers le N.
	53 = $V2$	24	27.7		
	42 = $U7$	12	26.3		
	45 = X3	16	37.4		
	52 = $U3$	10 à 11	35.2		
	46 = $Z5$	10 (diminution en profondeur jusqu'à 0 avec ressauts)	40.0		
	50 = $W4$	20 — 10 — 5	39.0		
	31 = $e6$ (grès rouge)	»	»		
A l'W. et au voisinage du même canal	43 = $P2$	?	»	Entre les profondeurs de 754 et de 925 m, grande stampe stérile de 166 m., séparant des groupes de couches et veinettes à teneurs respectives en M. V. de 19 à 20 % et de 15 %.	Après les morts terrains, extrême base du Houiller, puis calc. viséen.
	49 = $U1$	35	6.0		Exclusivement 2 veinettes pour 152 mètres dans le Houiller.
	32 = $V1$	23 — 20	17.0		Pente généralement de 20°.
	21 = $X5$	25 à 12	25 3		Forte de 454 à 849 m., la pente diminue ensuite assez brusquement (faille ?)
	{ 24 = $Z6$	10 à 17	34.1		
	{ 20 = $a4$	8 à 10	39.0		

Au méridien d'Asch **et à** son voisinage plus ou moins immédiat	11 = *W*2 12 = *W*1 2 = *Y*4; 1 = **Z**4; 8 = *Y*3; 3 = *a*3; 9 = *a*2 5 = *b*5 6 = *f*4 (grès rouge) 10 = *e*5	15 8 — 28 — 17 0 à 4 5 ? 3 — 5	25.0 24.2 38.8 41.1 » 35.2	Stampe stérile de 107 mètres entre les profondeurs de 704 et 816 m. Couches sensiblem. à même teneur immédiatement en dessus et en dessous.	Groupe de sondages rapprochés les uns des autres.
	40 = *h*1 (gr. rouge)	?	»		
Aux environs d'un méridien à l'W. de Genck	15 = *X*1 13 = *Y*2 14 = *b*4 47 = *b*3 30 = *c*4	2 à 11 3 à 4 5 à 0 10 15 — 13 — 12	28.7 39.4 36.5 37.2 36.7	Quatre stampes stériles de 70, 91, 76, 65 mètres.	
Au méridien de Helchteren	18 = *X*4 16 = *Y*1 7 = *b*2 19 = *e*1	10 à 12 6 à 12 10 10 à 5	20.1 18.7 29.7 42.5		Exceptionnellement, pente de 20°.
Ligne SSW.-NNE. **entre** Coursel et Heechteren	26 = *Z*2 17 = *b*1 23 = *d*2	8 — 7 8 — 6 — 6 — 8 11 à 6	19.0 32.1 35.7		

TABLEAU II.

ZONES	Nos des sondages du S. au N. et de l'E. à l'W.	Inclinaisons des strates (en descendant) degrés	Matières volat. des charbons des couches ou veinettes supérieures en %	Grandes stampes stériles (sans couches ni veinettes) — Stampes de	OBSERVATIONS A la 2e colonne, le signe } réunit des sondages voisins, d'un même horizon.
Ligne SE.-NW. par Houthalen	7 = $b2$	10	29.7		
	23 = $d2$	11 à 6	35.7		
	55 = $e7$				
	56 = $l2$				
	58 = $n1$				
Ligne SE.-NW. par Zonhoven	16 = $Y1$	6 à 12	18.7		
	17 = $b1$	8 — 6 — 6 — 8	32 1		
	48 = $d1$	14 — 16 — 9	40.0		
	54 = $e3$	?	?		
Ligne SE.-NW. par Bolderberg, Beeringen, Gheel et Vlimmeren	26 = $Z2$	8 — 7	19.0		
	22 = $Z1$	4	22 0		Inclinais. indiquée en un seul point
	27 = $a1$	10	18 9	188 m. et 85 m. (incompl.)	Id. id. id.
	28 = $c2$	10-13-8-5-7-5	26.4	124 et 95	
	29 = $e2$	3 à 4 (fond)	25.0	68 et 170	Inclinais. indiquée au fond.
	25 = $f3$	3 à 4	23 4	116 (inc.) et 49 (incomplète)	Id. id. en un seul point
	34 = $i1$	34 — 12 — 60	26 0	104	Inclinaisons anormales (faille)
	35 = $l1$	Presque nulle	25.0	118 (inc.); 99 m et 130 m.	Incl. presq. nulle sur toute la haut.
	57 = $p1$	1 — 6 — 2	13.6	» » » »	4 veinettes sur une haut. de 133 m.
Ligne SSW.-NNE. par Westerloo et Gheel	33 = $c1$	5	23 2	70 m.; 107 m. et 79 m. (inc.)	Incln. indiquée vers le fond Une seule couche entre la 1re et la 2e stampe et également une seule couche entre la 2e et la 3e stampe
	35 = $l1$	Presque nulle	25.0	118 (inc.); 99 et 130	Incl. presq. nulle sur toute la haut.
	58 = $n1$	?	?		

Ligne brisée, presq. méridienne, par Westerloo-Tongerloo-Oolen	33 = c1	5	23 2	70 m.; 107 m. et 79 m. (inc.)	Inclin. indiquée vers le fond. Une seule couche entre la 1re et la 2e stampe et également une seule couche entre la 2e et la 3e stampe.
	36 = f1	?	24.8	80 ; 135 (incomplète. Terrains dérangés et failleux)	Une veinette avec schiste charbonneux séparant les deux stampes.
	59 = j2	?	?		
Ligne SE.-NW. par Westerloo-Norderwyck-Santhoven	33 = c1	5	23.2	70 m. ; 107 m. et 79 m. (inc.)	Inclin. indiquée vers le fond. Une seule couche entre la 1re et la 2e stampe et également une seule couche entre la 2e et la 3e stampe.
	37 = f2	?	19.5	140 et 135 (incompl. avec veinule de charbon en un point.)	
	39 = j1	4	19.0	77 (incomplète)	Inclinaison légèrement variable.
Ligne E.-W. Tongerloo-Norderwyck-Kessel	36 = f1	?	24.8	80 m. et 135 m. (incompl. Terrains dérangés et failleux)	Une veinette avec schiste charbonneux, séparant les deux stampes.
	37 = f2	?	19.5	140 m. et 135 m. (incompl. avec veinule de charbon en un point)	
	38 = d3 (calcaire)	6 à 16	»	» » » »	A la cote — 565 m., calcaire viséen. Incl. variables, dont les moyennes grandissent avec la profondeur
Ligne presque méridienne Kessel-Santhoven	38 = d3 (calcaire)	6 à 16	»		A la cote — 565 m., calcaire viséen. Incl. variables, dont les moyennes grandissent avec la profondeur.
	39 = j1	4	19.0	Stampe de 77 m. (incompl.)	Inclinaison légèrement variable.
Ligne SW.-NE. Santhoven-Vlimmeren	39 = j1	4	19.0	Stampe de 77 m. (incompl.)	Inclinaison légèrement variable.
	57 = p1	1 — 6 — 2	13.6		Quatre veinettes sur une hauteur de 133 mètres.

Au point de vue géométrique, les variations de pentes, à un même sondage, ont pour cause : 1° la non-constance de puissance des bancs ; 2° les ondulations locales de ceux-ci ; 3° la rencontre d'une faille, faisant passer le trou de sonde d'une zone du gisement dans une autre déplacée.

Ce dernier cas donne souvent lieu à un changement brusque de pente, sans compter qu'au voisinage d'un tel accident géologique, la pente normale des strates est souvent altérée.

Les deux premières causes peuvent agir dans le même sens ou dans des sens contraires. Aussi, les déductions à tirer des variations de pente accusées par un sondage sont fort sujettes à caution.

Nous n'en pensons pas moins devoir étudier isolément les effets de la deuxième cause, dans l'hypothèse d'un parallélisme parfait des strates. C'est là, il est vrai, le cas d'une simplicité idéale.

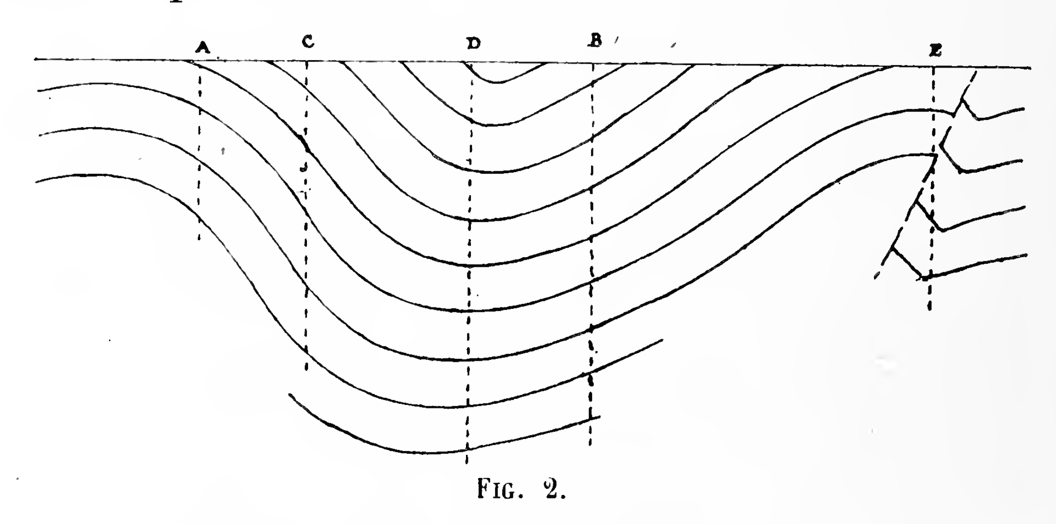


Fig. 2.

Le schéma ci-dessous, montre ces effets. Nous les analyserons brièvement.

des strates houillères, jusqu'à des profondeurs de près de 400 mètres. Et si, aujourd'hui, de telles déterminations devaient pouvoir être obtenues à des profondeurs doubles, il est à remarquer que les longueurs des tiges, dans les nouveaux outillages, sont bien plus grandes qu'elles ne l'étaient dans les anciens. Il nous semble aussi que l'on faciliterait le maintien de l'orientation des tiges de suspension de l'outil traceur, en les descendant au moyen d'un câble plat, suffisamment flexible.

Le sondage A, traversant des strates de plus en plus inclinées, indique qu'il pénètre dans une partie convexe de la formation.

Le sondage B, coupant des strates de moins en moins inclinées, renseigne, au contraire, une allure concave.

Le sondage C, traversant des bancs à inclinaisons d'abord croissantes, ensuite décroissantes, révèle sa pénétration, d'une allure convexe à une allure concave.

Le sondage D, dans lequel la pente des bancs décroît jusqu'à zéro pour augmenter ensuite, fait présumer son passage d'un versant de bassin à un autre.

Le changement anormal de pente au sondage E est l'indice de la traversée d'une faille.

On pourrait envisager d'autres cas.

Ainsi que nous l'avons dit, on ne peut user du caractère des variations de pentes qu'avec de grandes réserves.

D'ailleurs, les pentes se succédant parfois sans ordre aucun, y aurait-il lieu d'établir des pentes moyennes par séries de roches, tout en écartant les inclinaisons qui paraissent accidentelles. Mais tout cela ne laisse pas d'être fort délicat (1).

Ce qu'il est permis de conclure ici, c'est qu'il existe des ondulations transversales dans l'ensemble des zones que nous envisagées. Mais, de ce que la teneur en matières volatiles des charbons rencontrés semble croître constamment du Sud au Nord, du moins dans le Limbourg belge, sauf de rares anomalies que peuvent expliquer l'existence de failles, aucune ondulation en forme de bassin ne se

(1) Dans leur étude paléontologique sur le terrain houiller du nord de la Belgique, travail qui va paraître dans les *Annales des mines de Belgique* et dont il nous a été donné de lire les épreuves, MM. P. Fourmarier et A. Renier s'expriment comme suit, au sujet de la stratification : « Autant la stratification est régulière dans les schistes et surtout les schistes siliceux, autant elle est variable et irrégulière dans les grès et les psammites ».

trouve, jusqu'ici, plus ou moins définie par deux versants opposés, sauf peut-être entre les sondages n°s 14 = *b4*, 47 = *b3*, 30 = *e4* et 10 = *e5*, au SE. des terrains militaires de Beverloo où une cuve paraît se dessiner et, dans la province d'Anvers, de Santhoven à Vlimmeren, ainsi qu'il est représenté à la figure 5 de la planche III [1].

*
* *

Richesse houillère en divers points de la formation. — Nous rappellerons que les sondages n°s 20 = *a4* et 21 = *X5* de la Société des charbonnages du Nord de la Belgique constituent une très intéressante recherche, puisque le premier a fait reconnaître, sur une hauteur de 281 m. de Houiller, un faisceau ou groupe de couches d'un charbon d'une teneur en matières volatiles de 41 à 30 °/₀, et le second, un autre faisceau dont la dite teneur du charbon variait de 26 à 19 °/₀, à part deux veines pour ainsi dire isolées, où elle approchait ou atteignait 28 °/₀. Ce dernier sondage a, en outre, traversé une stampe stérile de 166 mètres de hauteur, pour recouper ensuite deux veinettes et une couche d'un charbon à teneur de 25 °/₀.

[1] Dans leur nouvelle Etude géologique des sondages exécutés en Campine et dans les régions avoisinantes (*Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXX, p. M 217), dont il nous a été aussi donné de voir les épreuves des premières feuilles, MM. M. Lohest, A. Habets et H. Forir s'expriment comme suit : « Le bassin houiller de la Campine » forme-t-il un synclinal entièrement isolé de la bande houillère du bassin de Namur, » ou existe-t-il d'autres synclinaux carbonifères entre le nouveau bassin du Nord » et celui que l'on exploite au Sud ? Certains arguments militaient en faveur de » cette dernière hypothèse. Nous citerons les ondulations multiples du Houiller » westphalien et le pendage NW. des couches houillères à Haccourt.

» On pouvait se demander également si les strates atteintes à Genck et à Westerloo, » au lieu d'être situées sur le bord S. d'un synclinal, ne sont pas dans le voisi- » nage d'un anticlinal, indiquant une nouvelle ondulation, vers le S., de la forma- » tion houillère.

» C'est la poursuite de la solution d'une partie de cet important problème, qui » nous poussa à engager une Société de recherches à exécuter un sondage à » Hoesselt;... ».

Il est incontestable que les couches du sondage n° 21 = *X5* passent sous celles du n° 20 = *a4*. Mais à quelle distance verticale de ces dernières ?

Au sondage n° 21 = *X5*, l'inclinaison moyenne des strates houillères est de 21° sur les 250 premiers mètres et de 16° sur les 300 autres, soit 18°30′ en moyenne sur l'ensemble. Au sondage n° 20 = *a4*, il n'y a lieu de considérer qu'une moyenne de 13° sur toute la hauteur (281 m.) du Houiller reconnu.

La distance, sensiblement Sud-Nord, entre les deux sondages est de 3 400 mètres.

En prenant une pente moyenne de $\frac{21^\circ + 13^\circ}{2} = 17^\circ$, le faisceau des couches du n° 21 = *X5* passerait sous celui du n° 20 = *a4* à une distance verticale de 720 mètres. En établissant la pente générale à $\frac{18^\circ 30' + 13^\circ}{2} = 16^\circ$, l'espace inconnu serait encore de 600 mètres.

Avec cet intervalle, même en y supposant une stampe stérile de 107 mètres comme au sondage n° 10 = *e5* au SW. de Gruitrode, il est permis de préjuger une richesse considérable entre les faisceaux reconnus, puisqu'au sondage n° 20 = *a4*, les couches d'au moins $0^m.40$ de puissance en charbon se succèdent tous les vingt-cinq mètres et que cette succession est encore plus rapide pour les dix premières couches du sondage n° 21 = *X5*.

De plus, pour apprécier la richesse théorique de tout le gisement dans cette région, il faut envisager l'existence de plusieurs couches à haute teneur immédiatement au nord du sondage n° 20 = *a4*, c'est-à-dire vers le dépôt des roches rouges du Triasique et aussi toute la série des couches maigres à grande profondeur, cette dernière, il est vrai, ne paraissant pas devoir apporter un appoint important à cette richesse.

Mais cet intervalle peut être sensiblement amoindri par l'effet d'une ondulation des terrains, surtout si les pentes relevées aux deux sondages dessinent les versants opposés d'un même bassin. Cependant, cette hypothèse n'est appuyée par aucun fait d'observation; il est même à remarquer que la teneur en matières volatiles des charbons recueillis ne fait que croître en marchant du Sud au Nord, tant dans la zone transversale considérée que dans les deux zones contiguës [1]. Il ne serait cependant pas impossible qu'une faille passât entre les deux sondages en relevant la partie nord. Mais encore ici, les zones limitrophes ne montrent aucun indice d'un tel accident géologique.

D'un autre côté, la teneur approchant ou atteignant 28 °/₀ en matières volatiles est tout à fait exceptionnelle au sondage n°21 = *X5*; elle se rapporte, avons-nous déjà dit, au charbon de deux veines pour ainsi dire perdues dans une série de couches d'un charbon à teneurs moindres. C'est au point que les deux couches supérieures de cette série ont fourni des charbons à teneurs respectives de 22.5 et 25.9 °/₀. Il est cependant rationnel d'admettre l'existence d'un groupe de couches dont le charbon serait d'une teneur de 26 à 30 °/₀. Toutefois, ce groupe semble n'avoir été traversé dans aucun des nombreux sondages exécutés dans toute la Campine.

D'autre part encore, MM. Fourmarier et Renier, après avoir déterminé, par l'étude du caractère paléontologique, cinq zones dans l'étage avec houille du bassin du nord de la Belgique [2], ont rapporté les résultats du sondage de

(1) Le mémoire déjà cité de MM. Fourmarier et Renier nous paraît écarter aussi semblable hypothèse restrictive.

(2) Voici quelles sont ces zones, en les considérant de haut en bas :

A. ASSISE SUPÉRIEURE, RICHE EN FOSSILES VÉGÉTAUX.

1° Zone à *Dictyopteris* très abondants.

2° Zone sans *Dictyopteris*; *Neuropteris tenuifolia* très abondants.

B. ASSISE INFÉRIEURE, PAUVRE EN FOSSILES.

Lanklaer à la base de la zone supérieure et considéré ceux du sondage d'Eysden, comme ressortissant vraisemblablement à la troisième zone.

Dans ces conditions, tout un système de couches séparerait les deux zones ci-dessus reconnues.

Il est à remarquer que, par une coupe plus ou moins brisée Sud-Nord, passant par Seraing et Donderslag (au nord d'Asch), MM. P. et M. Habets arrivent à attribuer au bassin houiller campinois, en son point extrême N. (sondage n° 10 = *e5*), une profondeur de 1 800 mètres dont 1 200 seraient productifs.

Or, les sondages n°s 20 = *a4* et 21 = *X5* de la Société des charbonnages du Nord de la Belgique, ont déjà reconnu 831 mètres de ceux-ci. L'évaluation de MM. P. et M. Habets viendrait donc restreindre considérablement les éventualités favorables ci-dessus; mais nous l'estimons trop faible.

La digression qui va suivre donnera une idée de la richesse en charbon sur la hauteur des 831 mètres de terrain houiller explorée par les deux sondages précités, bien entendu toujours sous la réserve de l'imprécision des résultats que fournissent les recherches de l'espèce.

Le sondage n° 20 = *a4*, en pénétrant de 281 mètres dans le Houiller, a reconnu l'existence de onze couches ayant de $0^m.40$ à $1^m.18$ de hauteur verticale en charbon. En raison de l'inclinaison moyenne des bancs, il faut affecter ces chiffres du coëfficient 0.97, pour estimer la puissance réelle des couches considérées.

3° Zone à fossiles animaux (*Carbonicola*), assez abondants, avec intercalations de zones riches en fossiles végétaux (*Neuropteris heterophylla*, *Calamites*, *Cordaites*, *Lonchopteris*).

4° Zone à fossiles végétaux et animaux rares.

5° Zone à fossiles végétaux, très rares ; quelques fossiles animaux (*Carbonicola*, *Anthracomya*).

Celles-ci représentent une hauteur totale de $7^{m}.54$ en charbon. En ajoutant celle de $2^{m}.18$ pour onze veinettes de moins de $0^{m}.40$, également rencontrées, on arrive à une hauteur globale de $9^{m}.72$. D'où une richesse en charbon de $3^{m}.46$ par 100 mètres de terrain houiller traversé.

Au n° 21 = *X5* de la même Société, sur une pénétration de 550 mètres dans le Houiller, la sonde a traversé 13 couches de $0^{m}.40$ à $1^{m}.75$ de hauteur verticale en charbon. Il n'a pas été compté ici une veine particulièrement puissante [1], mais dont la détermination des caractères a donné des résultats douteux, à cause du voisinage immédiat des morts-terrains. A ce sondage, le coëfficient moyen de réduction affèrant à l'inclinaison des strates est de 0.93.

Ces 13 couches représentent ensemble une hauteur utile en charbon de $9^{m}.11$. Si, à cette hauteur, on ajoute celle de $1^{m}.51$ pour 7 veinettes de moins de $0^{m}.40$, également traversées au même sondage, la hauteur globale en charbon se trouve être de $11^{m}.13$.

En ne considérant ici que le gisement au-dessus de la grande stampe stérile de 166 m. rencontrée à la cote —759, on obtient, comme richesse du faisceau des couches et des veinettes traversées, une hauteur verticale de $9^{m}.59$ en charbon pour 309 m. de Houiller, soit $3^{m}.10$ de charbon par 100 mètres.

Pour tout l'ensemble du sondage, y compris la grande stampe stérile, la richesse du gîte se réduirait à $2^{m}.02$ de houille par 100 mètres.

Les deux recherches dont il vient d'être parlé, comportent donc la rencontre de 24 couches et de 18 veinettes, représentant une hauteur globale en charbon de $20^{m}.85$.

D'autres forages ont révélé des richesses plus condensées. Ainsi, au sondage n° 48 = *d1* (Coursel), la forma-

[1] Cette couche paraissait avoir une hauteur totale de $1^{m}.90$.

8 DÉCEMBRE 1905.

tion serait particulièrement riche. La sonde, en traversant 297 mètres de Houiller, y aurait reconnu 16 couches et 8 veinettes de charbon, d'une teneur en matières volatiles de 43 à 30 % et d'une hauteur globale de 15m.70. D'où, ici, une richesse de 5m.29 par 100 mètres de roches.

Dans l'état de nos connaissances, on peut dire que toute la partie qui s'étend de la Meuse, entre Mechelen et Eelen, jusqu'à Coursel et même au delà, présente une richesse considérable. Plus à l'Ouest, dans la région limitée approximativement, à l'Est, par une ligne reliant Beeringen, Gheel et Vlimmeren, la formation, ainsi qu'on le verra, devient de beaucoup moins abondante en houille.

Cette région est caractérisée par la présence de grandes stampes stériles, immédiatement sous les morts-terrains.

*
* *

STAMPES STÉRILES. — Revenant à la grande stampe stérile [1] de 166 m. gisant, au sondage n° 21 = $X5$, au-dessus de deux veinettes et d'une couche de charbon d'une teneur de 15 % en matières volatiles, nous la retrouvons au sondage n° 18 = $X4$ (Zonhoven). Ici, sa hauteur est de 162 mètres; mais elle nous paraît devoir être réduite à 120 mètres, à cause de quelques traces de charbon rencontrées dans une passe de 8 mètres et qui remplaceraient les deux veinettes traversées au n° 21 = $X5$. Cette manière de voir identifierait la couche reconnue au n° 18 = $X4$, sous la grande stampe stérile, à celle également reconnue dans une position identique au n° 21 = $X5$. De part et d'autre, la couche est puissante et le charbon présente la même teneur en matières volatiles.

Beaucoup plus à l'Ouest, les sondages nos 27 = $a1$ et

(1) Nous rappellerons que nous ne considérons comme *grandes stampes stériles* que celles approchant tout au moins d'une hauteur de 100 mètres et ne présentant, sauf mention spéciale, ni veinettes ni veinules.

28 = *c2* ont traversé chacun deux grandes stampes stériles, que sépare, en ces deux points, un faisceau de couches et de veinettes d'une hauteur respective de 135 et de 174 m., mais dont la nature du charbon est sensiblement différente. Aussi, ces stampes stériles ne nous paraissent pas assimilables d'un sondage à l'autre.

Au sondage n° 29 = *e2*, on constate également l'existence d'une grande stampe stérile, et de même au n° 25 = *f3*. A ce dernier sondage, la stampe stérile est en partie arasée par les morts-terrains.

Plus à l'Ouest encore, au sondage n° 33 = *c1* (Westerloo), deux grandes stampes stériles séparent les trois couches qu'on y a rencontrées. La troisième est elle-même suivie d'une troisième grande stampe stérile, mais non entièrement reconnue.

Le sondage n° 36 = *f1* (Tongerloo) au NNW. du précédent, après avoir traversé une couche, n'a pas été poussé assez bas pour reconnaître quelque peu le terrain sous-jacent.

Abordant les recherches les plus septentrionales dans la région dont il s'agit, nous arrivons au sondage n° 34 = *i1* (Zittaert ou Meerhout), où il ne fut rencontré que trois veinettes d'un charbon d'une teneur de 26 °/₀ en matières volatiles, suivies d'une grande stampe stérile de 103 m., limitée en dessous par une quatrième veinette.

Au sondage n° 35 = *l1* (Gheel), le plus profond exécuté jusqu'ici en Campine (1 244 m.), la sonde a traversé, sur une hauteur de 489 m. de terrain houiller, cinq couches d'une puissance globale en charbon de $4^m.25$ et six layettes d'une épaisseur totale de $1^m.12$. Cette reconnaissance du Houiller ne présente pas moins de 3 grandes stampes stériles. Le charbon recueilli a donné, à l'essai, une teneur de 27 à 21 °/₀.

Au sondage n° 59 = *j2* (Oolen), en cours d'exécution,

nous savons que le terrain houiller a été atteint à la cote de —716 m. ; nous n'en connaissons guère davantage.

Le sondage n° 39 = *j1* (Santhoven), après avoir traversé, aux cotes de —705 et de —762 m., deux couches de charbon séparées par une stampe de 56 mètres, a encore été poursuivi sur une profondeur de 63 mètres, mais sans nouvelle rencontre de charbon.

Au sondage n° 52 = *U3* (Vlimmeren), le terrain houiller a été atteint à la profondeur de 896 m., soit à la cote —876. La reconnaissance a été poursuivie jusqu'à la profondeur de 1 028 mètres, ne donnant lieu qu'à la rencontre de quatre veinettes de 8 à 20 centimètres d'épaisseur et dont le charbon n'offrait qu'une teneur moyenne de 14 % en matières volatiles. Il n'y a eu aucune traversée de grandes stampes stériles proprement dites.

M. l'ingénieur Fourmarier, dans l'étude paléontologique, qu'à la demande de M. Mercier il a bien voulu faire avec la collaboration de son collègue M. Renier, après avoir quelque peu hésité sur la question de savoir si les échantillons recueillis à Santhoven doivent être rapportés à la zone n° 3 ou à la zone n° 5, les a définitivement rattachés à cette dernière. Quant au Houiller de Vlimmeren, il appartiendrait à la zone n° 4, comme celui de Zittaert et de Beeringen.

Nous avons peine à nous rallier à ce classement, en ce qui concerne le Houiller de Vlimmeren, d'autant plus que les déterminations des teneurs, tant en cette localité qu'à Santhoven, sont chimiquement comparables, les analyses ayant été faites dans le même laboratoire et avec les mêmes soins.

Pétrographiquement, on ne saisit pas le rapport entre le sondage de Vlimmeren et ceux de Zittaert et de Beeringen, rapport déjà difficile à établir entre ces deux derniers.

Pour nous, le sondage de Vlimmeren s'est trouvé placé à

la crête séparative de deux dépressions en forme de bassin et a pénétré ainsi dans des assises inférieures à celles de Santhoven qu'il y a peut-être lieu de relever.

*
* *

En vue de synchroniser les grandes stampes stériles de la région, nous les avons représentées en coupe sur divers alignements de sondages.

La planche n° III donne le résultat de ce travail et la première impression que produit ce rapprochement de sondages, c'est que les constatations de ceux-ci sont difficilement comparables, notamment par la grande variation apparente des grandes stampes stériles.

Les sondages n°s 26 = *Z2*, 22 = *Z1*, 27 = *a1*, 28 = *c2*, 29 = *e2*, 25 = *f3*, 34 = *i1*, 35 = *l1* et 57 = *p1*, constituent ici la ligne la plus intéressante. Sa direction est du SE. au NW. Les résultats sont consignés à la fig. 1.

Nous allons essayer de les commenter.

Remarquons d'abord que, pour les distances séparatives des sondages, l'échelle choisie est de 1 : 80 000, tandis que celle pour les profondeurs est de 1 : 10 000, cette dernière 8 fois plus grande que la première. Cette différence, que réclamait la netteté de la représentation graphique dans un cadre commode, a l'inconvénient grave d'accentuer outre mesure les inclinaisons des bancs et, partant, les mouvements de terrain. C'est ainsi que des pentes de strates de 2°, 5° et 10° deviennent respectivement des inclinaisons de 20°, 46° et 65°, ce qui défigure singulièrement les allures du gisement.

La composition des terrains traversés aux sondages n°s 26 = *Z2* et 22 = *Z1* et la différence des teneurs des charbons en matières volatiles semblent indiquer que tout au moins la plus grande partie des strates du premier sont géologiquement inférieures à celles du second.

On remarque qu'il y a ici absence de grandes stampes stériles, sauf ce qui pourrait bien exister partiellement de l'une ou de l'autre, immédiatement sous les morts-terrains.

En passant au n° 27 = *a1*, on pénètre dans la région à grandes stampes stériles nettement caractérisées et ce passage est marqué par un amoindrissement des teneurs du charbon. Aussi, pensons-nous qu'il y a une faille avec ressaut des terrains entre les sondages n°s 22 = *Z1* et 27 = *a1*. Cette faille serait celle indiquée par M. Kersten et pourrait être aussi le dérangement supposé par M. Stainier à l'ouest du Bolderberg.

Le n° 27 = *a1*, avons-nous déjà dit, présente deux grandes stampes stériles et il en serait de même du sondage n° 28 = *c2*, mais nous avons déjà fait remarquer que le faisceau de couches entre ces stampes ne doit pas être le même d'un sondage à l'autre. Aussi, malgré une énorme différence dans les puissances, la stampe stérile inférieure du n° 28 = *c2* pourrait-elle correspondre à la stampe supérieure du n° 27 = *a1*. Nous présentons d'ailleurs cette manière de voir sous toutes réserves.

Passant au sondage n° 29 = *e2*, celui-ci nous paraît avoir reconnu, en partie, les mêmes terrains que le n° 28 = *c2*, sauf que la stampe stérile supérieure de celui-ci a disparu, par érosion, sous les morts-terrains. Il y aurait donc encore ici remontement de la formation, soit par l'effet d'un changement dans le sens de l'inclinaison, soit, plus vraisemblablement, par l'effet d'une faille.

Au sondage n° 25 = *f3*, on constate, immédiatement sous les morts-terrains, une grande stampe stérile. Il semble qu'elle soit la réapparition de la stampe supérieure du n° 28 = *c2*.

Le sondage n° 34 = *i1*, par ses pentes tout à fait anormales, indice de la proximité d'une faille, échappe à tout essai de synchronisme.

Nous arrivons ainsi au sondage n° 35 = *l1* où nous sommes en présence de trois grandes stampes stériles, séparées par d'assez faibles intervalles, présentant chacun quelques couches ou veinettes d'un charbon assez assimilable à celui de Beeringen. La stampe supérieure nous paraît être celle également supérieure du n° 25 = *f3* et la stampe inférieure, celle de 170 m. du n° 29 = *e2*.

Enfin, à longue distance du n° 34 = *i1*, la ligne aboutit au n° 57 = *p1* (Vlimmeren) où, soit à cause de l'existence d'une allure en forme de bassin, soit encore par l'effet d'un ou de deux remontements, sinon par la simultanéité de ces circonstances, le sondage se trouve sur une cîme d'assises relativement inférieures, cîme appartenant à une crête au nord de laquelle peut descendre le versant méridional d'une nouvelle vallée houillère, plus profonde et plus riche que celle qui la précède au Sud.

Un deuxième alignement, dont l'étude est de nature à fixer notre attention, se trouve déterminé par les sondages n°s 33 = *c1*, 36 = *f1* et 59 = *j2* (fig. 2). Malheureusement, le sondage intermédiaire, n° 36 = *f1* est entré, en profondeur, dans des terrains qui, se trouvant aux abords d'une faille, rendent imprécis tout synchronisme. Nous pensons, cependant, que la couche et la veinette de ce sondage correspondent aux deux couches supérieures du n° 33 = *c1*. Quant au sondage n° 59 = *j2*, en cours d'exécution, nous n'en connaissons guère que la profondeur à laquelle le Houiller a été atteint.

Les sondages n°s 33 = *c1*, 37 = *f2* et 39 = *j1* (fig. 3) constituent un troisième alignement intéressant. Au n° 37 = *f2* (Norderwyck), le charbon ayant moindre teneur en matières volatiles qu'au n° 33 = *c1*, nous sommes porté à croire, malgré une apparence géométrique contraire, que les couches du premier sont inférieures à celles du second.

D'où une monte d'ennoyage vers l'Ouest ou un ressaut de la formation au delà d'une faille plus ou moins Sud-Nord, passant entre les deux sondages. Quant au sondage n° 39 = *j1* (Santhoven), la sonde a traversé deux couches sensiblement de même nature que celles reconnues au n° 37 = *f2* et auxquelles nous croyons pouvoir les assimiler. Mais la recherche n'a pas été suffisamment poursuivie pour reconnaître l'une des grandes stampes stériles.

Par l'étude de la ligne des sondages n° 25 = *f3* (Tessenderloo), 36 = *f1*, 37 = *f2* et 38 = *d3* (Kessel), envisagée à la fig. 4, on arrive à cette conclusion que, sur tout cet alignement marqué par les deux points extrêmes, règnent immédiatement sous les morts-terrains ou à peu de distance de ceux-ci, de grandes stampes stériles, séparées par des couches ou des veinettes de charbon, le tout s'élevant de l'Est à l'Ouest, soit par la monte d'ennoyages, soit par l'effet de failles formant des ressauts successifs. L'existence, vers Kessel, d'un grand ressaut de l'espèce, acquiert une probabilité accusée, non seulement par la présence du calcaire en ce point, immédiatement sous les morts-terrains, mais aussi par l'état fissuré des roches du Primaire [1].

Nous ajouterons, pour terminer cette digression, que les sondages n°s 38 = *d3* (Kessel), 39 = *j1* (Santhoven) et 57 = *p1* (Vlimmeren) (fig. 5), constituent un alignement brisé, qui nous paraît accuser une ondulation en forme de bassin à versants peu accentués. Évidemment, les considérations qui précèdent ne sont que des esquisses. Et il en est de même de nos représentations graphiques, lorsqu'elles figurent des raccordements [2]. Ces dernières ne sont que des schémas propres à faciliter la compréhension du texte.

[1] On peut aussi se demander si la source jaillissante, à émanations sulfureuses, de Santhoven ne se rattache pas a la proximité d'une grande cassure du Primaire.

[2] Au lieu de procéder par des lignes de raccordement, nous avons parfois exprimé la synonymie des grandes stampes stériles, en y accolant les lettres A et B.

*
* *

TRACÉ DE ZONES DE CHARBONS D'ÉGALES TENEURS. — Etablir des synonymies de groupes de couches par la teneur du charbon en matières volatiles, prête certainement à des réserves. Néanmoins, de même que M. Kersten, MM. P. et M. Habets, et M. Forir l'ont tenté dans leurs mémoires respectifs (1), nous avons essayé de raccorder les sondages où ont été rencontrés des charbons d'égale teneur. Il est à remarquer que si, d'une manière générale, cette teneur diminue avec la profondeur des divers groupes de couches, il n'en est pas toujours de même d'une couche à la suivante, dans un même groupe. L'inverse se produisant parfois, nous avons pris, d'ordinaire, pour établir le classement des sondages suivant la nature du charbon rencontré, la moyenne des teneurs des trois ou quatre couches ou veinettes supérieures. Encore convient-il que la première de ces couches ou veinettes soit peu distante de la base des morts-terrains et que toutes puissent être considérées comme appartenant à un même faisceau. Nécessairement, lorsqu'il n'y avait qu'une ou deux veines ou veinettes recoupées ou lorsqu'il n'y avait qu'une simple analyse indiquée (2), force nous était de nous restreindre aux renseignements dont on disposait.

Prendre une moyenne des teneurs, relative à toutes les couches dans les divers sondages, c'eût été fausser les comparaisons, certaines recherches s'étant bornées à traverser

(1) Nous désignons ces auteurs dans l'ordre chronologique de leurs communications, dont la publication a été plus ou moins retardée par le développement qui leur fut donné et l'examen de certains points spéciaux. Nous attendons, non sans impatience, un travail très complet de MM. M. Lohest, A. Habets et H. Forir, concernant la situation des recherches en Campine et dont les belles cartes géologiques et orographiques de M. Forir, parues récemment, constitueront des annexes de haute valeur.

(2) Ces renseignements, nous les avons puisés dans les coupes de sondages publiées dans les *Annales de mines de Belgique*, t. VIII.

quelques couches gisant immédiatement sous les morts-terrains et d'autres, après en avoir reconnu plusieurs de l'espèce, ayant été poussés à grande profondeur, à la rencontre de couches de nature différente.

Aucun détail ne fut donné sur la méthode suivie par les auteurs prénommés, dont nous partageons, bien entendu, les réserves touchant le rapprochement d'analyses exécutées sans programme défini.

Dans son exposé, M. Kersten se borne à dire qu'il a réuni par des traits continus tous les sondages où des couches d'égale teneur ont été recoupées. En ce qui concerne leurs tracés, MM. P. et M. Habets et M. H. Forir auraient, dans leurs déterminations, fait intervenir préalablement d'autres éléments, tels que la proportion moyenne du charbon dans les diverses zones houillères, l'épaisseur et l'écartement des couches, la présence de zones pauvres, etc. Il nous semble, cependant, que l'imprécision des résultats des sondages a dû rendre cette multiple intervention bien difficile, bien indécise.

Notons, en passant, que les tracés basés sur le principe dont il s'agit, ne peuvent être la représentation de l'allure horizontale des groupes de couches, ainsi que cela existe dans les cartes minières. Ces tracés indiquent, dans ses grandes lignes, l'allure de ces groupes suivant la surface légèrement inclinée du Primaire et encore, faut-il qu'à tous les sondages raccordés, on n'envisage que les premières couches, pour autant que celles-ci se présentent immédiatement sous les morts-terrains.

M. Kersten a déterminé ces tracés sur toute l'étendue de la partie explorée du bassin, depuis le groupe de couches à 45 % de teneur, jusqu'à celui à 20 % et celà, en passant par les groupes à 40, 35, 30 et 25 %. MM. P. et M. Habets ont établi les limites pour les teneurs de 30, de 20 et de 10 %, mais sans les étendre dans la région occidentale

de la formation explorée. Quant à M. Forir, notre savant confrère a indiqué, sur sa dernière et belle carte géologique et orographique du sous-sol primaire du NE. de la Belgique, les tracés pour les teneurs de 40, 30 et 20 °/o et amorcé, sur la rive gauche de la Meuse, celui de 10 °/o.

Tout comme M. Kersten, nous étions arrivé, dans un premier essai de raccordement, à une configuration bizarre. Et celle-ci n'a pu prendre une forme admissible, que par l'hypothèse empruntée au travail du même ingénieur, d'un système de deux failles obliques, dirigées du SW. au NE. et de plusieurs autres, approchant de la méridienne, chacune de ces failles déterminant un ressaut de la partie ouest de la formation, par rapport à la partie est.

Notre ensemble de failles diffère peu de celui auquel était arrivé M. Kersten ; mais il en est autrement du tracé des allures des divers groupes de couches. Ici, la différence est beaucoup plus sensible. Sauf pour le groupe des charbons à 20 °/o, nous n'avons pas cru devoir pousser cette représentation vers l'Ouest, au delà de Pael. Dans l'état actuel des choses, une telle extension nous paraît indéterminable.



FAILLES. — Dans notre conférence du 7 mai 1902, nous avions déjà fait remarquer que des sondages voisins, placés en apparence dans des horizons géologiques peu différents, avaient rencontré des charbons qui étaient loin d'être de même nature et nous ajoutions que cette circonstance faisait préjuger l'existence de failles. En parlant ainsi, nous nous rendions, en quelque sorte, avant la lettre, l'écho d'allégations de divers sondeurs. Nous disions encore que, si ces failles devaient être nombreuses, cette particularité serait naturellement défavorable à la future exploitation, rencontrant ainsi l'allégation contraire d'un organe de la

presse. Or, nous savons aujourd'hui que le bassin houiller de la Campine présente des accidents géologiques de ce genre ; il ne s'agit plus d'une formation offrant une régularité idéale.

Nous avons déjà mentionné, précédemment, l'hypothèse de notre grande faille près de Kessel, à laquelle nous avons assimilé le grand décrochement de M. Stainier.

Quant aux failles successives plus ou moins Sud-Nord, vers Kessel et Santhoven, failles dont il a déjà été question à propos du mémoire de M. Kersten, elles coupent la formation houillère en paliers qui viennent s'étager les uns sur les autres, à mesure que l'on avance à l'Ouest. Et nous croyons pouvoir faire entrer, dans ce système de cassures et de ressauts, une nouvelle faille passant par le sondage n° 34 = *ii* et qu'y justifient des inclinaisons tout à fait anormales des strates. A la vérité, la direction de ces failles, dont il n'a guère été supposé que le passage par un sondage ou entre deux sondages, reste incertaine. Nous avons cru, cependant, devoir modifier celle indiquée par M. Kersten.

Ainsi que nous l'avons dit, cette conception de failles successives se rattache à notre hypothèse de la grande faille vers la ligne prolongée de Bruxelles-Malines, faille qui aurait dénivelé tout le Primaire. Tout ceci n'exclut pas, dans le champs des hypothèses, la possibilité d'ondulations en forme de bassins avec monte des ennoyages vers l'Ouest.

Outre ces divers accidents géologiques, nous en citerons ou rappellerons d'autres, d'après les travaux de plusieurs géologues.

La rencontre de roches rouges, triasiques, à Eelen, à Opoeteren et à Gruitrode donne lieu, de la part de M. le professeur Stainier, à l'hypothèse d'une faille passant au sud de ces localités et dirigée de l'ESE. à l'WNW. Cette

faille a été reproduite sur notre planche II, d'après le travail de M. Kersten.

MM. P. et M. Habets, et de même M. Forir, ne semblent pas admettre son existence. Ils estiment que l'allure ondulée des roches rouges doit être attribuée au remplissage, par le Triasique, de chenaux qui se seraient produits dans le Houiller par des effets d'érosion. Ces chenaux existeraient de même en Westphalie.

M. Stainier, dans une brochure ultérieure, fait abandon de l'idée d'une « faille-limite étendue à Eelen ». La limite séparative entre les roches rouges d'Eelen et le Houiller n'en serait pas moins une faille normale et non un joint de stratification discordante; mais il rapporte l'allure accidentée des roches rouges, tant d'Eelen que de la vallée du Rhin, non à des chenaux d'érosion, mais à des mouvements de massifs en damier, limités par des failles normales (1).

Dans une communication datant du 16 décembre 1902, M. Simoens avait exprimé une idée analogue. Les golfes des roches rouges seraient dûs à « des mouvement d'affaisse-» ments qui doivent se traduire fatalement par des ondu-» lations de grande amplitude, des flexures ou des failles.»

Si nous comprenons bien l'honorable professeur, entre la faille ESE.-WNW., telle que nous l'avons représentée à la pl. II, il y en aurait d'autres qui limiteraient latéralement les massifs de roches rouges, ceux-ci formant, dans le Houiller, une espèce de crénelage. Sans nous prononcer sur le différend, nous ferons remarquer que les raccordements, à la vérité sommaires et incertains, des résultats des sondages au Sud ne révèlent pas le passage de ces failles latérales.

MM. P. et M. Habets et M. Forir tracent, sur leurs car-

(1) *Bulletin de la Soc. belge de géol.*, t. XVII, 1903, *Proc.-verb.*, pp. 179-183, 19 mai 1903.

tes respectives, deux failles SE.-NW., qui traverseraient obliquement le Limbourg néerlandais ainsi que le Limbourg belge, en se poursuivant dans les roches rouges, mais sans paraître y produire aucun changement d'allure. La plus occidentale de ces failles dénivellerait profondément la formation houillère. Nous rappellerons ici que, dans notre conférence du 7 mai 1902, nous avions aussi parlé, à titre d'hypothèse, d'une forte chute de terrains aux environs de la Meuse, mais sans lui donner la direction de la faille ci-dessus.

Comme faille remarquable, nous signalerons celle de Beeringen, à laquelle M. le professeur Lohest rattache la rencontre du sel et de boues rouges à grande profondeur au sondage n° 28 = *c2*. Cette explication nous paraît d'autant plus plausible que, nous souvenant de la présence de la marne crétacique dans certaines failles et puits naturels du Borinage, nous étions arrivé à la même manière de voir. L'une des failles plus ou moins Nord-Sud de M. Kersten nous paraît se confondre avec cette dernière.

Nous rappellerons que, pour raccorder les sondages à charbon de même teneur, nous avons été porté à admettre aussi l'existence de deux failles obliques passant : la première, la plus à l'Est, entre Genck et Zonhoven, la seconde, entre Zolder et Heusden. Cette dernière ne serait autre que celle dont nous avons discuté la probabilité de passage entre les sondages n°s 22 = *Z1* et 27 = *a1* et serait proche d'un point (le Bolderberg) à l'ouest duquel M. Stainier mentionne l'existence d'un dérangement important, mais auquel il avait donné une direction différente de celle indiquée par M. Kersten.

M. Kersten signale en outre, mais sans pouvoir les définir, la préseuce de failles longitudinales et il nous est revenu que M. Dumont dissuadait ses clients de porter leurs recherches vers le Sud où, d'après lui, l'existence d'une grande faille était presque certaine.

Comme variante à l'hypothèse de la grande faille de Kessel, il se pourrait qu'au lieu d'être dirigée du SW. au NE., elle soit orientée du SE. au NW., plus ou moins parallèlement aux failles de la Meuse. Elle constituerait ainsi une faille-limite occidentale de la formation houillère. Mais, dans l'état actuel de la question, nous préférons maintenir notre première orientation.

M. Simoens et M. Kersten, celui-ci invoquant la théorie de Suess, attribuent la présence des failles sensiblement verticales à des phénomènes d'effrondrement, auxquels la formation campinoise aurait été soumise.

3me PARTIE.

Prolongement de la formation houillère vers Anvers. — Nous avons dit que, dans le programme de M. Mercier, se trouvait l'éventualité de recherches dans la Flandre orientale. Cette éventualité est, pour le moment, écartée.

Nous pensons aujourd'hui que l'on n'aurait guère de chances de retrouver la formation houillère dans l'angle nord-est de ladite province, à moins de quelques chutes de terrain vers l'Ouest ou du renversement de la pente des ennoyages, ce qui viendrait augmenter le champ d'exploration. Mais ce champ nous paraît d'autant plus ne pas devoir prendre un grand développement au nord d'Anvers, que la direction générale de toute la formation ne doit pas tarder à se dessiner nettement vers le grand bassin houiller du Yorkshire, en Angleterre.

Au surplus, au nord d'Anvers et dans l'angle nord-est de la Flandre orientale, on se trouve en plein dans les *Polders* et ces terres basses, par l'effet des affaissements que déterminerait l'exploitation minière, ne tarderaient pas à être submergées définitivement, alors qu'aujourd'hui, par un système de digues et de travaux d'irrigation, elles ne sont que submersibles et ont pu être ainsi livrées à une culture des plus productive.

Nous avons envisagé ce point dans notre communication du 22 décembre 1902 aux commissions réunies du Sénat. Cette communication a été reproduite dans le magistral rapport de M. Emile Dupont.

Un sondage en cette région, voire même dans les terrains domaniaux de Brasschaet, présenterait un intérêt scienti-

fique considérable et nous estimons qu'il ne pourrait guère être entrepris que par l'Etat, celui-ci, le cas échéant, pouvant exploiter de ce côté mieux que tout autre concessionnaire, en assurant quelques garanties d'innocuité des travaux.

Comme autre intervention de l'Etat dans les recherches en Campine, nous voudrions le voir aussi, ainsi qu'il sera justifié plus loin, entreprendre un sondage en un point de ses terrains militaires de Beverloo et également au nord de l'embranchement du canal à Turnhout. On jugerait, postérieurement, s'il y a lieu d'aller au-delà dans cette voie.

* * *

Notre étatisme.—Venant de notre part, ces vœux pourraient étonner alors que, dans leur mémoire, MM. P. et M. Habets formulent quelques amères réflexions qui vont droit à l'Administration des mines, dont nous eûmes l'honneur d'être le chef. Non seulement celle-ci ne poussa pas le Gouvernement à accéder au vœu exprimé, en 1877, par M. Dumont, tendant à encourager des recherches dans le nord de la Belgique ou à les entreprendre lui-même, mais elle n'aurait pas accueilli l'offre qui lui était faite de poursuivre le sondage qu'exécutaient à Loncin, près de Liége, M. Paul Habets et consorts.

Qu'il nous soit permis de relever amicalement ces quasi-reproches.

En ce qui concerne le premier, lequel par son ancienneté ne nous touche pas personnellement, ce que nous avions déjà dit à notre conférence du 7 mai 1902 et redit dans notre dernière brochure *Les mines de houille en Campine* y répond à suffisance. [1]

Quant au second, il se rapporte à un sondage exécuté

[1] Il s'agissait d'un vœu vague qui ne fut jamais introduit auprès du Gouvernement.

dans la localité indiquée, à frais communs, par un groupe de quatre Sociétés charbonnières, dont trois comptent parmi les plus puissantes et les plus prospères du bassin de Liége.

Le but de ce travail était essentiellement privé. D'après nos souvenirs, il s'agissait de s'assurer si, au dessous des couches exploitées par ces Sociétés et d'une grande stampe stérile, déjà reconnue en partie par de longues bacnures et de petits puits intérieurs, ne passeraient pas quelques portions de couches exploitables.

Bien que *faite en terrain concédé*, nous insistons sur ce point, cette reconnaissance, si elle eût donné des résultats favorables, permettait, il est vrai, de conclure à l'existence d'un prolongement du gisement exploitable en dehors de l'ensemble des concessions des Sociétés intéressées.

Lorsque M. P. Habets, directeur-gérant de l'une d'elles, et non des moindres, s'adressant verbalement, en notre absence, à l'un des fonctionnaires de la Direction générale des mines, manifesta le désir que le Gouvernement poursuivît le sondage, celui-ci avait reconnu stérilement le terrain houiller sur une profondeur de 500 mètres. Et, toujours d'après nos souvenirs, mettant même à part la question de son diamètre qui avait été réduit, dans un but d'économie, au point de ne pouvoir permettre, avec l'outillage dont on disposait, un notable approfondissement sans un élargissement préalable, l'emplacement, que nous croyons n'avoir pas à discuter ici, avait été jugé comme ne répondant pas suffisamment à l'intérêt général invoqué.

Aujourd'hui, MM. P. et M. Habets reconnaissent que c'est plus au Nord, et celà avait été l'avis préalable de M. l'inspecteur général des mines Firket, qu'il eût fallu placer le travail de reconnaissance.

Dans les conditions où l'on se trouvait, la reprise du sondage de Loncin eût constitué un fâcheux précédent à

l'égard des Sociétés qui n'hésitent pas à pousser à outrance ces reconnaissances dans leurs concessions, dans le voisinage immédiat de celles-ci ou même en pleine Campine.

On le voit, l'étatisme qui nous a été quelque peu reproché à propos d'une proposition tendant à la création de quelques mines domaniales est bien en dessous de celui de nos honorables et distingués camarades qui, cependant, s'en défendent.

*
* *

Réflexions finales sur quelques idées émises. — Un bassin aussi neuf que celui de la Campine offre naturellement un vaste champ aux hypothèses, et il en est de plus ou moins opposées les unes aux autres, sur lesquelles on ne peut guère se prononcer. On l'a bien vu, notamment, au sujet de la déviation de la formation à partir de Beeringen (sondage n° 28 = *c*2). Cette déviation résulte-elle d'une grande faille ou d'une série de failles formant des ressauts successifs de l'Est à l'Ouest, ou bien est-elle la résultante de la remonte continue du fond, lequel en outre présenterait des ondulations qui viendraient se profiler, avons-nous dit, sous les morts terrains suivant une ligne très sinueuse?

Nous avons aussi dit que, dans l'état de nos connaissances, il serait téméraire de vouloir trancher définitivement ces questions.

Au fur et à mesure que les recherches apporteront des faits nouveaux, le champ des hypothèses se restreindra au profit de la réalité.

Après le succès du sondage d'Asch qui se trouve comme planté au cœur de la formation houillère, les conjectures les plus favorables eurent beau jeu.

Les uns étendirent cette formation jusqu'au littoral [1];

[1] Dans le mémoire déjà cité adressé au Gouvernement en vue de faire accorder à la Société de recherches formée par M. Dumont, une certaine redevance dont

les autres allèrent jusqu'à contester, au profit de celle-ci, la nature du Primaire rencontré aux divers sondages forés au sud de la Campine à la recherche d'eaux alimentaires.

D'autre part, la fameuse ligne de Bruxelles-Malines pouvait, dans son prolongement, marquer un enrichissement du dépôt houiller. Enfin, par l'effet d'une érosion moindre du Primaire que semblaient indiquer les courbes connues de niveau de celui-ci, on pensait que la formation houillère serait atteinte, dans la province d'Anvers, à profondeur moindre que dans le Limbourg.

Le « *Grand bassin houiller du nord de la Belgique* » apparaissait comme une riche conquête en perspective.

Riche, elle le demeure ; mais que d'illusions se sont évanouies.

Les sondages de Hoesselt et de Kessel sont venus limiter au Sud et partiellement à l'Ouest, la formation houillère.

On a vu que l'existence de cette formation a été reconnue sur une largeur moyenne de près de 20 kilomètres depuis la Meuse jusqu'à Santhoven, soit sur un développement de 80 kilomètres, en tenant compte de la déviation de la direction. Approximativement donc, cette reconnaissance comporte une surface de 160 000 hectares. Mais, au point de vue industriel, il faut déduire de cette contenance la surface de la zone d'affleurement de tout l'étage improductif et même celle de la zone d'affleurement de tout l'étage qui, par sa stérilité relative, ne répondrait pas au coût d'une installation à grande envergure.

Cette dernière zone paraît d'autant plus développée dans la province d'Anvers que, contrairement à l'une des prévisions énoncées ci-dessus et que nous avons partagée, l'érosion du Primaire a été plus profonde que dans le Limbourg.

seraient frappées toutes concessions de la Campine, il nous a été attribué le projet d'un sondage à Knocke. Ce ne serait pas la seule erreur que nous aurions à relever dans ce document, si nous avions à l'analyser.

Enfin, la fréquence et l'importance des stampes stériles en certaines régions du bassin ont été, pour les explorateurs, une grande déception.

On avait aussi espéré qu'une meilleure composition des morts-terrains viendrait, dans la province d'Anvers, compenser, le cas échéant, une richesse moindre. Malheureusement, la diminution en richesse a dépassé ce à quoi on pouvait s'attendre.

Ce n'est pas qu'entre les points reconnus, il n'y ait, de ce côté, quelques recherches plus ou moins heureuses à tenter. Ces points sont, jusqu'ici, suffisamment distants les uns des autres, pour qu'il y ait place pour des ondulations pouvant former des dépressions qui pourraient recéler certaines richesses. Il pourrait aussi y avoir des renfoncements longitudinaux amenant au delà, sous les morts-terrains, un ou deux faisceaux relativement riches en couches.

Plus au nord des sondages de Vlimmeren et de Gheel, le gisement reste complètement inconnu. Vlimmeren, avons-nous dit, nous apparait comme marquant une selle entre deux dépressions dont celle du Nord, probablement plus profonde que celle du Sud, d'après ce qui se passe en Westphalie, pourrait contenir une grande richesse. Mais il est présumable que la pente du toit du Primaire continuera encore à se poursuivre au Nord sur une distance notable, avant de se relever. Aussi, la profondeur présumée du gisement de ce côté fait perdre en grande partie tout intérêt industriel à une exploration dans la région toute septentrionale de la province d'Anvers, bien que la nature des morts-terrains puisse y devenir telle que l'établissement de puits offrît moins de difficultés qu'en certains parties explorées du Limbourg.

Ainsi se trouverait justifié le sondage que l'Etat entreprendrait au nord de l'embranchement du canal d'Anvers à Turnhout, en un point de ses propriétés de Merx-

plax-Wortel ou aux abords de celles-ci. Le terrain houiller serait atteint, dans un emplacement à choisir, à une profondeur d'environ 1 000 mètres et le sondage serait poursuivi dans la formation houillère sur une profondeur de 200 à 300 mètres, ce qui serait suffisant pour juger de la richesse sous-jaçente.

Ce sondage, ainsi que celui de Brasschaet, offrirait à l'Etat les éléments nécessaires pour délimiter une zone à réserver, en place de l'une de celles proposées par M. le sénateur Hanrez, l'importance de cette dernière se trouvant aujourd'hui sensiblement amoindrie du fait des reconnaissances entreprises dans la province d'Anvers. Cette nouvelle zone pourrait comprendre toute la région au nord de l'embranchement du canal d'Anvers à Turnhout.

Toutefois, la réserve la plus urgente comme suceptible d'être mise à fruit dans un avenir moins éloigné, reste celle du camp de Beverloo, territoire dans lequel passe la courbe de niveau de -700 m. et qu'avoisine celle de -600 m. Bien entendu, ainsi qu'il a été dit dans l'exposé de notre projet, la concession domaniale en vue ne se limiterait pas strictement aux terrains militaires, mais sa configuration, tout en englobant ceux-ci, s'étendrait en dehors de manière à prendre la forme le mieux en rapport avec un aménagement minier rationnel.

D'après les explorations les plus proches, il semble que les terrains militaires de Beverloo recèlent une richesse minière des plus considérable. Aussi, les voyons-nous enserrés, de plus en plus, par les territoires demandés en concession, au point même que cet enserrement, s'il devait être simplement homologué par le pouvoir compétent, compromettrait la configuration désirable qu'il importe d'assurer à la concession minière domaniale dont nous avons exprimé le vœu de la constitution, dès l'origine de la découverte d'Asch.

Il appartiendra au Gouvernement, s'il entend se créer un domaine minier, à l'exemple de plusieurs pays et aussi à l'exemple des grands propriétaires de la région, de prendre des dispositions à cet égard.

Ces derniers, d'ailleurs, ne se bornent pas à demander la concession des mines gisant exclusivement sous leurs domaines terriens.

*
* *

Nous sommes arrivé au terme de cette nouvelle étude. Certainement des faits nouveaux viendront raffermir ou détruire plus d'une de nos hypothèses et de même en ce qui concerne nos prévisions.

Nous n'en avons pas moins cru faire chose utile en la publiant, les questions dont il s'agit étant de celles qui n'intéressent pas seulement la science, mais aussi le pays et nos législateurs.

Bruxelles, 1er septembre 1903.

Essai d'une carte géologique du lac Baïkal,

PAR

P. de MAKEEFF. [1]

—

(Pl. IV)

—

CHAPITRE PREMIER.

DESCRIPTION DES FORMATIONS.

Le chemin de fer transsibérien reliera bientôt l'Extrême-Orient à l'Europe orientale. La partie qui traverse la Sibérie centrale, ou Sredneï-Sibirskaïa, se termine à Irkoutsk. Ici commence le Transbaïkalien qui conduit à la station Baïkal (Nikolskoë), sur le lac Baïkal, effectuant ainsi un parcours de 64 kilomètres. Le transport se fait alors par eau. La traversée du lac Baïkal a lieu suivant la ligne Baïkal-Missovaïa. La distance qu'on franchit en traversant le lac, soit sur bateau, soit sur brise-glace, suivant la saison, est de 75 kilomètres. A l'arrivée au bord est du lac, le transbaïkalien reprend et, parcourant encore 1 034 verstes, il arrive à Strétensk.

Actuellement, on construit un tronçon de chemin de fer circonscrivant, au Sud, le Baïkal et qui reliera la station Baïkal (côte occidentale) à la station Missovaïa (côte orientale).

(1) Communication faite à la séance du 18 janvier 1903.

La construction de ce chemin de fer offre beaucoup d'intérêt au point de vue géologique. Sous ce rapport, l'on peut diviser la région que traverse la voie ferrée, en diverses sections.

*
* *

Première section.

De la station Baïkal à la vallée de la rivière Babouchka.

Dans cette section, la roche prédominante est du calcaire qui, tantôt est cristallin et tantôt, non cristallin ; mais, en tous cas, il est toujours riche en silice. Par suite de cette forte teneur en SiO^2, les acides n'ont presque pas d'action sur la roche. Toutefois, elle fait effervescence avec les acides, lorsqu'elle a été, au préalable, finement pulvérisée. On rencontre aussi, dans cette section, des schistes chloriteux, micacés, qui donnent aussi la réaction du calcaire précédent, c'est-à-dire, cette légère effervescence avec les acides.

Ces couches de schiste sont minces et alternent avec les couches de calcaire.

A 7 kilomètres de la station Baïkal, on remarque une couche de kaolin ayant 0 ^{m}.40 de puissance.

Ces roches (calcaire et schiste) constituent le noyau des montagnes bordant le lac Baïkal. Dans cette région, il faut, pour les atteindre, traverser une couche superficielle, atteignant parfois 10 m. d'épaisseur. Elle est composée de fragments de ces roches, de sable, d'argile, le tout provenant de la désagrégation des roches sous-jacentes, encore saines.

Cette couche détritique joue, par sa nature, un rôle important, au point de vue technique, dans la construction du chemin de fer ; c'est ainsi qu'elle a souvent occasionné

des déblais quatre à cinq fois plus grands que ceux qui avaient été prévus.

Elle a même produit un éboulement, près de la station Baïkal. Bref, sa présence apporte une difficulté et, partant, un retard à l'établissement de la voie, ainsi qu'un surcroît de dépenses.

A quelques kilomètres de distance de la vallée de la rivière Babouchka, on rencontre des calcaires feldspatiques et micacés, avant-coureurs de la roche feldspathique que l'on voit à la vallée Babouchka, terme de la première section. Toute cette région de la station Baïkal à la rivière Babouchka, présente une série d'ondulations sans dérangement, ni plissement brusque. La direction des couches est, en moyenne, de 135°.

Je considère ce calcaire comme la partie supérieure des calcaires cristallins du terrain archéen ou, tout au moins, comme postérieur aux calcaires cristallins dont je parlerai plus loin et qui s'étendent de Koultouck à Mourina.

Je pense qu'on peut même admettre que ce calcaire est sédimentaire, malgré son caractère très métamorphique. Deux faits me font accepter cette hypothèse : le premier est la minceur et la régularité des couches sur une très grande étendue ; le second, l'intercalation de couches de schiste entre celles de calcaire. Or, ces deux caractères sont propres aux terrains sédimentaires. Notons qu'ils sont absents dans le calcaire cristallin du bord nord du lac Baïkal.



Deuxième section.

De la vallée Babouchka au cap Polovinni.

Ainsi que le faisaient prévoir les terrains de la vallée Babouchka, les roches, dans cette section, sont d'une

nature et d'un aspect différents ; ce sont des granites et des gneiss, qui apparaissaient déjà dans cette vallée. La majeure partie des roches est du granite ; après quoi, viennent les granito-gneiss et enfin des bancs plus ou moins épais de gneiss pur. Toutefois, on ne rencontre pas de rocher puissant de gneiss.

A certains endroits, on peut voir des rochers tout entiers de syénito-gneiss et de granito-gneiss hornblendifères ; ailleurs, la hornblende fait place au mica et à la chorite.

Quant à l'allure, les plissements de cette région ont une direction normale au bord du lac, c'est-à-dire de 70° ; alors que, faisons le remarquer dès à présent, plus loin, du cap Polovinni au cap Tolstoï, ils font un angle différant de 90°, avec le bord du lac. La différence de direction a peut-être eu une influence sur la façon dont les vagues du lac ont découpé la côte ; du moins, la forme générale du bord du lac et la profondeur des baies, dans les deux régions où la direction des plissements varie, semble confirmer cette manière de voir.

C'est ainsi que, dans la région dont nous nous occupons, c'est-à-dire, en deçà du cap Polovinni, où les plissements sont normaux à la côte, les baies sont plus profondes, les eaux s'avancent dans les terres ; alors qu'au delà du cap Polovinni, où la direction des plis n'est pas normale à la rive, les roches ont mieux résisté à l'action érosive des vagues et le rivage n'est pas aussi découpé.

Près du cap Tolstoï, on peut voir que les roches ont été soumises à un plissement très énergique, résultant, probablement, de la présence de la grande masse granitique qui constitue le cap Tolstoï ; cette masse aura mis obstacle au mouvement des terrains. On conçoit, qu'alors le mouvement se traduise par un plissement de plus en plus accentué.

*
* *

Troisième section.

Du cap Polovinni à Maritoui.

Dans cette section, on observe, le long du lac, les mêmes granites et gneiss que dans la section précédente, de Babouchka au cap Polovinni. La direction elle-même est encore à peu près Nord-Sud. Bref, il n'y a qu'une différence à noter entre les deux sections, c'est qu'ici, les plissements sont souvent moins accentués ; cependant entre le cap Polovinni et Aslamof, ils le sont, au contraire, très fortement. Un fait remarquable, c'est la présence, aux environs du cap Polovinni, de calcaire entre deux rochers de granite.

On rencontre parfois, dans ces granites et syénites, des fragments de granite et de gneiss à hornblende. La présence de ce minéral rappelle un peu les granites et gneiss hornblendifères de la section de Babouchka au cap Polovinni.

*
* *

Quatrième section.

De Maritoui à Tchabartoui.

Dans cette section, la direction des couches est totalement différente de ce qu'elle était plus à l'Est ; elle est de 130°. D'ailleurs, elle est beaucoup plus constante que dans la section précédente ; en outre, les plissements sont plus rares.

Signalons, en passant, près de Maritoui, un rocher de granite présentant des veines très nettes de " Grünstein ,, à hornblende ; ces veines sont très caractéristiques.

En arrivant ainsi au cap Maritoui, on observe, de nouveau, jusqu'au cap Kolokoloui, des granites et des gneiss qui sont presque toujours hornblendifères. De plus, une analogie avec la deuxième section est à noter : c'est que, près du cap Kolokoloui, la hornblende de ces granites est remplacée par du mica.

*
* *

Cinquième section.

De Tchabartoui à Kroutaïa-Gouba.

Un fait qui frappe immédiatement, lorsqu'on passe de la section précédente à celle-ci, est la grande variation de la direction des couches. En effet, elle va jusqu'à 190°, direction qui est atteinte au cap Stolbi. On observe, de même que précédemment, du granite renfermant des fragments de granite hornblendifère.

Près du cap Charajelgaïa, une particularité est à signaler : les roches y sont très altérées ; tantôt, on détache aisément, à la main, des blocs de ces roches préexistantes qui s'effritent ; tantôt, l'altération est si prononcée, que la roche saine a donné de l'argile, dont elle est recouverte, en maints endroits.

*
* *

Sixième section.

De Kroutaïa-Gouba à Angasolka.

La direction des couches est sensiblement N.-S. Entre Angasolka et Ghabartoui, elles montrent un plissement très accentué ; elles sont, en même temps, très dérangées.

Dans ces couches, on remarque des veines de quartz, très probablement d'origine éruptive.

*
* *

Septième section.

De Angasolka à Koultouck.

En général, la direction des couches est, pour cette région, de 135°, Le même phénomène géologique que dans la section précédente se remarque près d'Angasolka : c'est un plissement très accentué des couches de granite ; ces couches contiennent des fragments de granite à hornblende. Vers la fin de cette section, c'est-à-dire aux environs de Koultouck, on voit apparaître, à 10 kilomètres du chemin de fer, des laves basaltiques.

*
* *

Huitième section.

De Koultouck à la rivière Sludianka.

Sur l'étendue de cette région et à 5 kilomètres du bord du lac, les roches qui sont du calcaire cristallin, forment une chaîne de montagnes.

Entre celle-ci et le lac, s'étend une plaine basse, dont le niveau, à certains endroits, est moins élevé que celui des eaux du lac. Il en résulte la formation de marécages et de petits étangs. Chaque abaissement du sol, dans cette plaine, donne lieu à la stagnation des eaux de pluie ruissellant sur les flancs de la chaîne de montagnes. Dans la même plaine, à deux kilomètres de Koultouck, émerge un rocher de calcaire cristallin, appelé cap Chamaneski. Cette proéminence rocheuse a été produite, très vraisemblablement, par des actions volcaniques. Dans ce calcaire cristallin on rencontre des pyroxènes.

La chaîne de calcaire cristallin, que nous venons de

longer, se prolonge et, à la terminaison de cette section, c'est-à-dire à la rivière Sludianka, elle est caractérisée par sa richesse en minéraux, tels que : mica noir et blanc, en couches pouvant atteindre o m. 5o de puissance, Baïkalite, grenats. Signalons encore, à l'embouchure de la rivière Sludianka, des galets de basalte et des sables de grenats.



NEUVIÈME SECTION.

De la rivière Sludianka à Kirkidaï.

Les couches de calcaire cristallin de cette région constituent une roche beaucoup plus pure, en ce sens que les minéraux s'y rencontrent en veines séparées des couches de calcaire. Ces dernières pourraient être comparées à du marbre à gros grain. N'oublions pas de signaler les marbres de Kirkidaï, blancs et roses, à veines de pyroxène.

On rencontre également des intercalations de roches felsitiques, sombres.

Comme particularité, on peut dire que près de la station Mouraviova-Amourskaïa, il y a des couches de gneiss, renfermant un minéral fibreux, à base de fer et de magnesium.



DIXIÈME SECTION.

De Kirkidaï à Bésimianka.

Dans cette région, les calcaires cristallins et les roches felsitiques alternent entre eux. Les tranchées creusées

pour les travaux du chemin de fer, sont autant de coupes très intéressantes ; elles montrent des plissements très bien marqués.

Dans ces calcaires, il en est qui sont très riches en silice. En tous cas, dans cette région, les roches sont très sujettes à l'altération et présentent, par suite, des masses très fissurées. Cette circonstance rend, parfois, les travaux du chemin de fer assez difficiles.

Près de Bésimianka, ces calcaires présentent des intercalations de roches feldspathiques et, parfois, des lentilles d'une roche tendre et très riche en mica sont logées dans ces couches calcaires.

*
* *

Onzième section.

De Bésimianka à Outoulik.

Dans cette région, on ne rencontre que le même calcaire cristallin que nous connaissons. Toutefois, il faut aller en profondeur, pour atteindre la roche saine, car les parties superficielles sont des fragments, sable et argile, provenant, en tous cas, de la désagrégation de la roche saine. Faisons remarquer, que ces couches superficielles d'altération sont recouvertes par la végétation.

*
* *

Douzième section.

De Outoulik à la rivière Ossinovka.

La chaîne de montagnes que nous suivons, s'écarte, dans cette région, du bord du lac, pour en rester distante de deux à trois kilomètres.

Du pied des montagnes au lac, c'est une plaine parsemée de blocs, galets, gravier, dépôts arénacés, provenant des roches feldspathiques. Ce plateau a aussi de petits bassins, au fond imperméable, qui constituent autant de marécages et d'étangs, alimentés par les eaux pluviales. Toutefois, ces marais sont peu importants.

Comme particularité, on peut mentionner les diorites que l'on trouve au bord de la rivière Outoulik, et les galets de basalte qui recouvrent son lit. On peut encore citer le sable rouge à grenats, que l'on aperçoit près des rivières Babka et Solzan.



TREIZIÈME SECTION.

De la rivière Ossinovka à Mourina.

Les montagnes qui, dans les deux sections que nous venons de parcourir, s'éloignaient du lac, s'en rapprochent, au contraire, ici. Ces montagnes sont constituées par du calcaire cristallin, de diverses variétés. Toute la croûte superficielle de ces montagnes n'est que produit d'altération et est recouverte de végétation. Signalons, en passant, que la roche, souvent très métamorphique, contient de la serpentine, de la chlorite. Parfois, des roches feldspathiques sont intercalées dans ces roches calcaires.

La rivière Mourina coule dans un lit de calcaire dont le fond est couvert de blocs et de cailloux feldspathiques, transportés. D'ailleurs, à 4 kilomètres de l'embouchure de la Mourina, on a ouvert une carrière dans des blocs roulés de granite.

D'une façon générale, en jetant un regard sur les diverses régions, que nous avons parcourues jusqu'à la

Mourina, on s'aperçoit que la région de Koultouck à Mourina est, de beaucoup, la plus minéralisée. Ains , elle est souvent riche en graphite. Le basalte, la diorite et la diabase s'y montrent.

*
* *

Quatorzième section.

De Mourina à Snéjnaïa.

La chaîne, après s'être rapprochée du Baïkal, à la vallée Ossinovka, s'en écarte de nouveau de cinq à six kilomètres. Du pied des montagnes au bord du lac, le plateau est assez élevé au-dessus des eaux ; son altitude est parfois de 50 mètres. Ce plateau est constitué par des dépôts du Quaternaire inférieur, arénacés et parfois argileux, tandis qu'au contraire, dans les vallées des nombreuses rivières, existent des dépôts du Quaternaire moderne.

Ce plateau est très marécageux, tant au fond des vallées des rivières que sur les petites terrasses comprises entre ces dernières. Ces marécages sont recouverts d'une végétation flottante, très épaisse ; leur profondeur atteint jusqu'à 7 mètres.

*
* *

Quinzième section.

De Snéjnaïa à la rivière Mamaï.

Le terrain quaternaire supérieur est très développé dans cette région ; il forme une vallée basse et marécageuse. A partir de la rivière Mamaï, la chaîne de montagnes principale qui, précédemment, était calcareuse, est une roche feldspathique.

*
* *

Seizième section.

De la rivière Mamaï à Ossinovka 3e.

Le plateau compris entre le lac et le pied de la chaîne montagneuse, est constitué par du Quaternaire ancien. D'ailleurs, il est assez élevé. Il est très intéressant de signaler ici les étangs car, à deux kilomètres avant d'arriver à la rivière Vidrina, on peut en voir de beaux exemples.

Les terrains imperméables de ce plateau sont, en quelque sorte, ondulés à la surface, tant dans le sens parallèle au bord du lac et, par suite aussi, à la chaîne de montagnes, que dans l'autre sens, c'est-à-dire dans une direction normale au bord du lac. De la sorte, ce plateau présente toute une quantité de petits bassins, qui sont autant d'étangs marécageux. Remarquons qu'ils sont de faible profondeur, c'est-à-dire, qu'ils atteignent rarement 4 mètres et que, souvent, ils communiquent entre eux, surtout ceux d'une même ligne droite allant du pied de la chaîne au Baïkal. De cette façon, les eaux pluviales, descendant des montagnes, viennent alimenter ces renfoncements, en produisant des étangs ; l'alimentation continuant, les plus voisins de la montagne débordent et laissent couler leur trop plein dans ceux placés plus près du lac et ainsi, d'étang en étang, les eaux s'acheminent vers celui-ci après plusieurs stagnations.

*
* *

Dix-septième section.

De Ossinovka 3e à Douligha.

Dans cette région, on ne voit que des dépôts modernes : des sables et des limons, fortement développés. Cette partie

assez basse est caractérisée par ce fait que les rivières y changent aisément leur cours.

*
* *

Dix-huitième section.

De Douligha à la rivière Péreemnaïa.

Ici, le plateau est assez surélevé et se compose de dépôts quaternaires anciens : blocs, galets, sables. Ces terrains sont très marécageux.

Près de la rivière Péreemnaïa, on constate des dépôts argileux, de couleur bleu ardoise, parsemés de gros blocs et de galets ; en profondeur, on a pu constater l'existence de sables fins, d'argile et de lignite, par des sondages effectués dans la rivière Péreemnaïa.

*
* *

Dix-neuvième section.

De la rivière Péreemnaïa à Malinovka.

Cette région est semblable à la précédente, en ce sens qu'elle est un plateau surélevé, ne montrant que des dépôts quaternaires anciens. Seulement, ici, les éléments sableux et argileux sont plus fins ; les galets y sont rares et les couches de lignite, fréquentes. Parmi ces couches de lignite, il en est une exploitée, à titre d'essai, pour le chemin de fer Sabaïkalskaïa.

*
* *

Vingtième section.

De Malinovka à Missovaïa.

Cette région a encore beaucoup de ressemblance avec les deux précédentes. Le Quaternaire ancien y est très

developpé, sous forme de sables, d'argiles et de lignite. Près de Malinovka, une couche de lignite, de deux mètres de puissance, affleure au bord du lac. Aux environs de la rivière Yasovka, on rencontre des terrains mouvants. Ces terrains font partie du plateau qui s'étend du pied de la chaîne au bord du lac. Leur composition est constante et se résume en graviers, sables et argiles bleues, très fines. On voit que ces dépôts sont des deltas fluvio-lacustres et, par là même, sont en couches peu régulières et de faible étendue.

Quant au plateau proprement dit, il a ici les caractères que nous lui connaissons ailleurs, c'est-à-dire qu'il est marécageux. Son altitude moyenne est de 50 mètres.

Dans de telles circonstances : alternances de terrains perméables et imperméables, dépôts irréguliers, partant, peu stables, abondance des eaux, on conçoit le peu de résistance de ces terrains. En outre, les travaux du chemin de fer les ont défoncés et ont rompu leur équilibre; c'est ainsi, qu'après l'achèvement de ces travaux, on a vu les terrains se mettre en mouvement, en maints endroits, vers le lac. On peut, d'ailleurs, voir d'anciens centres de glissement, en certains points du plateau.

Dans cette région de Malinovka à Missovaïa, à la 225e verste, et sur une étendue de deux kilomètres, on peut suivre des dépôts de gros blocs granitiques. Plus loin, à la 230e verste, la chaîne montagneuse qui, ici, est feldspathique, se rapproche du lac, au point d'être baignée par ses eaux. Plus loin encore, à la 232e verste, faisons remarquer les dépôts très considérables de sables purs, au bord du lac. Ces sables ont servi de balast aux 43 kilomètres de chemin de fer, construits jusqu'à ce jour.

CHAPITRE DEUXIÈME.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES SUR LA GENÈSE DES MONTAGNES ET DES FLEUVES.

Les fleuves et les montagnes de la région du Baïkal, se divisent, au point de vue géologique, en trois espèces, constituant ainsi trois sections.

1° *Missovaïa-Péreemnaïa.* — Les fleuves de cette partie sont considérés comme étant à la seconde phase des rivières torrentielles; leurs dépôts sont des sables, des argiles, parfois des galets.

2° *Péreemnaïa-Koultouck.* — Ici, les fleuves sont à la première phase des rivières torrentielles; leurs dépôts sont des galets plus ou moins volumineux et de gros blocs. Cependant, il est certaines rivières qui font exception, ce sont celles dont l'embouchure se trouve dans une ancienne baie du lac; elles ont une pente très faible et des dépôts très fins. Comme type de ces rivières, citons la rivière Ossinovka 3e, les Manghil et les Mamaï qui traversent des plaines très basses et très marécageuses.

Les marais et étangs de cette région sont de deux catégories : ceux des plaines basses, qui ont trois à quatre mètres de profondeur, avec des argiles, des sables et des limons comme fond ; en second lieu, ceux des plaines élevées, ayant moins de profondeur, c'est-à-dire habituellement un mètre, rarement deux, et qui ont pour fond des galets et de gros blocs.

Citons, comme type remarquable de série de marais, le plateau de la rivière Vidrina.

3° *Koultouck-Baïkal.* — Les rivières sont torrentielles, dans cette région montagneuse; leur caractérisque est le cours fort peu long, la pente forte et la nature des dépôts, ainsi que les deltas torrentiels.

Toutefois, quelques rivières ont un cours plus développé; telle la rivière Polovinka, qui a une trentaine de kilomètres de cours.

CHAPITRE TROISIÈME.

FORMATION DU LAC BAÏKAL.

Il existe deux théories sur la formation du lac Baïkal. La première suppose l'existence d'un immense glacier ancien; la seconde attribue la formation à la présence d'une grande crevasse.

Etudions, d'une façon un peu developpée, les caractères du Baïkal.

1° Le bord nord est abrupt et très surélevé, il est constitué par une série continue de chaînes de montagnes, entrecoupées par d'étroites vallées d'érosion, dans lesquelles coulent des torrents. Ces chaînes sont: Tounskinskaïa-Béalki, dont le point culminant atteint 3 000 pieds; Primorski et Onodski, dont le sommet le plus haut a 4 000 à 5 000 pieds et enfin Baïkalski, dont l'altitude est de 5 000 pieds. Dans cette chaîne, il n'y a qu'une échancrure profonde et assez large, c'est l'Angara. La hauteur des montagnes les plus voisines de l'Angara est de 1 565 pieds pour un versant et de 1 568 pieds pour l'autre versant.

*
* *

2° Le bord sud s'incline en pente douce vers le lac, c'est-à-dire que les chaînes de montagnes s'en trouvent, ici, éloignées de quinze kilomètres et même davantage. Le point culminant de ces chaînes atteint 4 000 pieds et forme un vaste plateau, qui s'incline vers le Baïkal.

Toutes ces chaînes sont discontinues, contrairement à ce qui se passe au bord septentrional, et leurs solutions de continuité donnent naissance à de larges et profondes

vallées, telles que la Sélenga, le Bargouzine et la Verghneïa-Angara.

*
* *

3° *Observation générale.* — Toutes les rivières du bord nord sont très courtes ; ce sont des torrents, tandis qu'au bord sud, leurs lits sont plus longs et elles charrient une grande quantité d'eau. Au bord sud, les rivières, au long cours, emportent, des terrains qu'elles arrosent, des fragments de matières en suspension, qu'elles viennent déposer à leur embouchure ; c'est une des causes de la plus faible profondeur du lac au bord sud qu'au bord nord.

Notons, en même temps, que tous les fleuves faisant partie du bassin du Baïkal, se jettent dans le lac, excepté l'Angara qui en sort.

*
* *

4° Le bord nord est composé de roches feldspathiques, granites et gneiss. A certains endroits seulement, on observe des calcaires et précisément à la sortie de l'Angara. Le bord sud est formé principalement de calcaire cristallin, archéen et de dépôts quaternaires et modernes.

*
* *

5° On remarque aussi la présence de laves, de sources chaudes, marquant parfois 50° ; on voit également des îles : telle l'île Koltichée, des caps, tel le cap Chamaneskin ; on s'aperçoit parfaitement de l'effondrement de l'embouchure de la Sélenga, à la suite d'un tremblement de terre assez récent. Tout celà prouve clairement l'existence de phénomènes sismiques récents et leur action antérieure.

*
* *

6° La direction de la crevasse que forme le Baïkal, ne coïncide pas avec la direction générale des plissements et, par là-même, on ne peut admettre que ce lac est un pli immense ; mais on doit croire qu'il constitue une région d'effondrement.

*
* *

7° Nulle part, dans le bassin du lac Baïkal, on ne rencontre des traces de l'existence d'un ancien glacier. Ce fait nous amène à repousser l'hypothèse du glacier et la théorie qui en découle.

D'après ce qui précède, je pense que l'on doit admettre la théorie de l'effondrement.

Bibliographie :

Ed. Suess. *La face de la terre.* Traduction de E. de Margerie, t. III, pp. 71-90. Paris, Collin, 1902.

Le prolongement de la faille eifélienne à l'est de Liége

PAR

P. FOURMARIER. [1]

PLANCHE V.

On a donné le nom de faille eifélienne au grand accident géologique qui met en contact le terrain houiller de Liége avec l'Eifélien quartzoschisteux de Dumont (Coblencien supérieur, *Cb3*, de la Carte géologique de la Belgique au 40 000e).

Aux environs de Seraing et d'Ougrée, son passage se détermine aisément ; les hauteurs qui dominent ces localités au Sud, sont formées de grès et schistes rouges, gris et verts du Dévonien inférieur, tandis que, dans la vallée, la présence du Houiller est indiquée par les charbonnages qui s'échelonnent le long de la Meuse. La direction de la faille est approximativement WSW.-ENE.

Si l'on marche vers l'Est, arrivé à Angleur, on remarque que, en prologeant ces accidents suivant la direction que je viens d'indiquer, au lieu de trouver, de part et d'autre, des terrains d'âge très différent, on rencontre, au contraire, du Houiller en contact avec du Houiller. Le

(1) Communication présentée à la séance du 19 juillet 1903, et dont l'impression a été ordonnée à la réunion du 15 novembre 1903.

changement se fait brusquement, sur un kilomètre de distance, à peine.

Immédiatement, se pose le problème : que devient la faille eifélienne à l'est d'Angleur? Diverses solutions lui ont été données :

La Carte générale des Mines (1) prolongeait simplement la faille à travers le Houiller, en lui conservant sa direction primitive. Ce fut l'hypothèse adoptée également par M. le professeur G. Dewalque, bien que son tracé diffère légèrement du précédent.

M. J. Gosselet (2) admet une figuration totalement différente. Il suppose que la faille eifélienne se prolonge par les failles de l'Ourthe et de la Vesdre et il raccorde la première de celles-ci à la faille eifélienne par une cassure qui passeraitau sud de la bande de calcaire dévonien, exploitée le long de la route d'Angleur à Tilff, au four à chaux de Campana.

M. H. Forir (3) a repris la question et a adopté une hypothèse assez semblable à celle de M. Gosselet, bien que son tracé soit différent de celui admis par le savant géologue français. J'ai mis fortement à contribution les belles cartes et le très intéressant mémoire de notre savant confrère.

D'après M. le professeur Max. Lohest, tout le massif de terrain dévonien, situé au sud d'Angleur et compris entre les vallées de la Meuse et de l'Ourthe, constitue un lambeau de poussée, jeté sur le terrain houiller de Liége.

(1) Administration des Mines. Carte générale des mines. Bassin houiller de Liége. Bruxelles, 1879.

J. DE MACAR. Le bassin de Liége. *Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. VI, pl. 4-7. Liége, 1879.

(2) J. GOSSELET. L'Ardenne. Paris, 1888, p. 751.

(3) H. FORIR. *Carte géol. de la Belgique au 40 000e, dressée par ordre du Gouvernement*, feuille Seraing-Chênée.,

H. FORIR. La faille eifélienne à Angleur. *Ann. Soc. géol. de Belgique,* t. XXVI, 1898-1899, p. 117.

Aucun de ces auteurs n'a poussé l'étude détaillée de la faille eifélienne au delà de Chênée et n'a indiqué ses relations avec la partie faillée de la vallée de la Vesdre.

C'est à l'étude de cette question que je vais m'attacher, dans ce mémoire.

I. — Partie descriptive.

Si l'on examine une carte géologique, on remarque qu'à l'allure relativement régulière que l'on trouve à l'ouest de l'Ourthe, succède, vers l'Est, suivant la vallée de la Vesdre, une région extrêmement plissée et cassée par des failles nombreuses et importantes.

J'ai repris le levé de cette région, en m'appliquant principalement à débrouiller la série des cassures qui la traversent. J'ai reporté, sur la carte jointe à ce travail (pl. V), toutes les observations que j'ai faites. Chaque affleurement reconnu a été indiqué, avec, quand j'ai pu les mesurer, la direction et l'inclinaison des couches (1). Cela me dispensera d'entrer dans de longues descriptions; je me contenterai de justifier le tracé des failles indiquées sur la carte. Pour faciliter la rédaction, j'ai donné un nom aux principaux accidents tectoniques que j'ai déterminés.

On peut distinguer, dans l'ensemble que j'ai levé, trois régions assez différentes l'une de l'autre ; je les examinerai séparément.

*
* *

A) Région de l'Ouest. *De Kinkempois à La Rochette (Chaudfontaine).* — Le tracé de la faille eifélienne propre-

(1) L'assise des macignos noduleux de Souverain-Pré (*Fa2a* de la Carte au 40 000e) n'a pas été figurée à l'ouest de Chaudfontaine, parcequ'elle n'y a plus qu'une importance extrêmement réduite.

ment dite, à l'ouest de Kinkempois, s'explique facilement ; j'en ai dit quelques mots en commençant ce travail.

L'allure du massif compris entre les vallées de la Meuse et de l'Ourthe, entre Renory (Ougrée), Angleur et Sauheid (Embourg), est difficile à déterminer, à cause du manque d'affleurements ; on ne trouve qu'une bonne coupe ([1]) dans la vallée de l'Ourthe, et quelques affleurements dans la vallée de la Meuse et dans les ravins du bois de Kinkempois ; le plateau est couvert de cailloux roulés, de sables tertiaires et de débris de grès rouge qui peuvent être descendus sur les pentes et avoir recouvert des couches d'âge différent.

Faut-il, comme le fait M. Forir, prolonger la faille eifélienne, en laissant au N. de celle-ci un petit lambeau de Dévonien supérieur et moyen ?

C'est l'hypothèse que j'ai adoptée, car il n'est pas possible de raccorder directement le lambeau de calcaire dévonien qui affleure dans le parc du château de Kinkempois avec la bande de ce même calcaire exploitée au four à chaux de Campana. Il y a donc, entre le Houiller et la faille eifélienne, un petit lambeau de Dévonien et de Carbonifère, dont la limite NE. est marquée par l'un des filons métallifères d'Angleur, qui n'est plus exploité actuellement ; l'autre filon nous indique la présence d'un petit lambeau de Calcaire carbonifère que j'ai représenté d'après les levés de M. Forir.

Au sud de la faille eifélienne, nous constatons la présence d'un massif de Dévonien supérieur et moyen et de Carbonifère inférieur, fortement plissé et limité, à l'Est, par une ligne de fracture, la *faille de Streupas*, mettant en contact le Houiller avec la dolomie carbonifère. Comme le montre

([1]) P. Fourmarier. Sur la présence de psammites exploités dans le Famennien inférieur à Angleur. *Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. XXVIII, p. B 283, Liége, 1902.

la carte, les couches sont chiffonnées au voisinage de l'Ourthe.

Si nous traversons la rivière, nous voyons ce complexe de couches mis en contact avec le Dévonien inférieur qui forme le Tier des Critions ([1]), par une faille qui passe dans la vallée de l'Ourthe et que l'on a appelée *faille de l'Ourthe.*

Cette cassure est à peu près parallèle à la direction générale des couches dans la région et à la faille eifélienne, Son importance augmente vers l'Est ; à l'Ouest, elle disparaît probablement dans la partie chiffonnée des roches rouges inférieures au calcaire dévonien de Campana.

Portons nous dans la vallée de la Vesdre. De Chênée à Vaux-sous-Chèvremont, les montagnes de la rive droite sont formées de Dévonien inférieur, alors que, sur la rive gauche, s'étend le terrain houiller, exploité dans plusieurs charbonnages. Ce contact anormal est ce que les géologues qui ont étudié la question ont appelé la *faille de la Vesdre.*

La montagne sur laquelle est bâtie la chapelle de Chèvremont est formée entièrement de Dévonien supérieur ; lorsqu'on suit le chemin qui longe la Vesdre, au pied de la montagne, on voit une coupe continue, allant des schistes famenniens à oligiste oolithique aux psammites de l'assise de Montfort, exploités pour pavés. Toutes ces couches reposent normalement les unes sur les autres et inclinent au Sud. Dans leur prolongement, sur la rive gauche, nous voyons toujours les roches rouges.

Au Sud, sur le Famennien supérieur, repose, par faille, le Burnotien, suivi de calcaire dévonien, qui, tous deux, traversent la vallée de la Vesdre. La faille de la Vesdre s'arrête donc à la *faille de Henne.*

Celle-ci se prolonge-t'elle sur la rive droite de la rivière? Il me paraît bien en être ainsi, car le petit lambeau de

([1]) Montagne des grillons.

calcaire dévonien de Henne est formé de couches inclinant au S., sur lesquelles semblent reposer directement les roches rouges, supprimant ainsi le flanc sud du synclinal de calcaire dévonien.

Au N. et à l'E., le Famennien de Chèvremont est mis en conctact avec le Houiller, par une faille que nous appellerons *faille de Chèvremont.*

Entre le Dévonien et le Houiller, M. Forir a intercalé une bande de dolomie tournaisienne [1] ; je n'en ai pas vu d'affleurements, mais la carte de M. Forir en indique plusieurs ; c'est pourquoi je l'ai figurée. On peut la considérer comme un lambeau de Carbonifère (?), entraîné lors de la production de la faille.

Plus au Sud, nous constatons encore la présence d'une faille. En effet, dans la petite vallée entre Embourg et Chaudfontaine, nous voyons deux synclinaux dans le Dévonien supérieur, séparés par un double anticlinal dans les calcaires dévoniens exploités dans plusieurs carrières, qui nous permettent de relever une coupe très remarquable, représentée fig. 1.

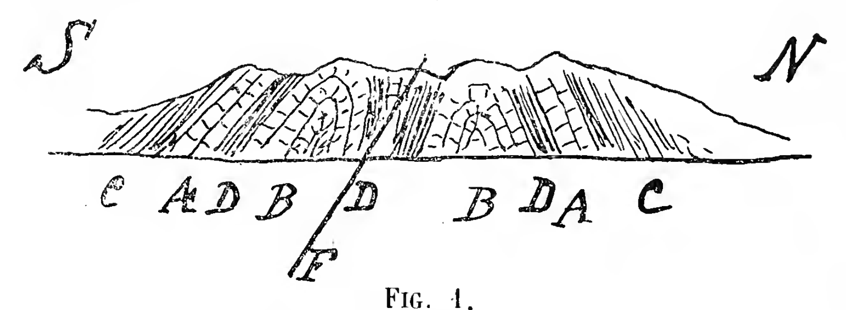


Fig. 1.
Route de Chaudfontaine à Ninane.
A et *B*. Calcaires.
C et *D*. Schistes.
F. Faille de Chaudfontaine.
Echelle approximative : 1 : 10 000.

(1) M Forir m'apprend qu'il n'est nullement certain que le calcaire et la dolomie visibles, en deux points, sur la montagne de Chèvremont soient carbonifères ; il se pourrait qu'ils appartinssent à la partie moyenne du Dévonien ; un de ces affleurements a été exploité jadis pour la fabrication de la chaux ; le four à chaux existait encore, il y a quelques années.

Nous voyons que les deux anticlinaux de calcaire sont mis en contact par une faille assez peu importante, qui remplace un synclinal. Vers l'Ouest, elle s'éteint dans une région régulièrement plissée; vers l'Est, elle fait disparaître complètement le petit synclinal.

Les environs de La Rochette (Chaudfontaine) sont très compliqués. Dans les bois de La Rochette, à l'est du fort de Chaudfontaine, les plis du Dévonien butent contre le Houiller, suivant une faille dirigée NW.-SE., la *faille de La Rochette*. Dans le parc du château de La Rochette, cette même cassure met la dolomie carbonifère dans le prolongement des psammites du Condroz. Une faille parallèle à la direction générale des couches et située à peu près dans le prolongement de la faille de Chaudfontaine, amène le contact de la dolomie avec le Houiller.

Un peu au Sud, sur la rive gauche de la Vesdre, on constate le passage d'une cassure. Dans le Bois-les-Dames, sur le flanc de la montagne, on peut relever la coupe représentée fig. 2, qui montre les psammites famen-

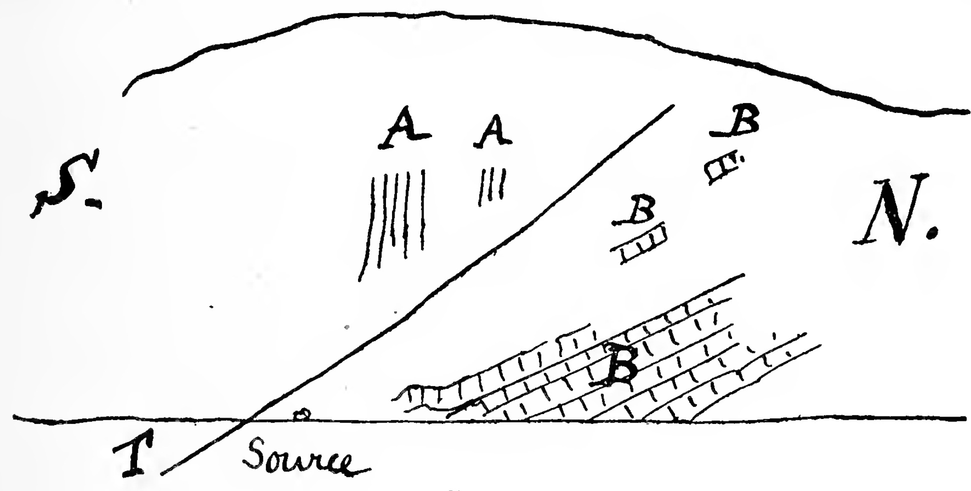


FIG. 2.
Rive gauche de la Vesdre en amont du tunnel de Chaudfontaine.
A. Psammites du Condroz.
B. Dolomie.
F. Faille de Bois-les-Dames.
Echelle approximative : 1 : 3 000.

niens, en bancs verticaux, refoulés sur la dolomie qui incline au Sud.

Cette faille, que j'ai appelée *faille du Bois-les-Dames*, se prolonge sur l'autre rive, où elle fait reposer le Dévonien supérieur sur le massif de dolomie qui porte le château de La Rochette.

Un peu plus au Sud encore, existe une faille analogue, qui met les roches rouges et les calcaires dévoniens en contact avec la dolomie carbonifère et le Famennien.

La dolomie forme une bande trapézoïdale, assez étroite, dirigée du S. au N.; la direction des couches ne se voit qu'en un point, à l'ouest de l'usine de Prayon, et il est assez difficile de se rendre exactement compte de sa relation avec le Famennien qui affleure à l'Est. Cependant, les directions relevées dans les couches de cet étage montrent qu'elles viennent buter, par leur tranche, contre la dolomie. C'est pourquoi j'ai tracé une faille N.-S. au contact des deux terrains. Son passage est marqué, dans les bois qui couvrent la colline dominant, à l'Est, la route de La Rochette à Romsée, par de nombreux blocs de quartz carié.



B. Région centrale. *De La Rochette à Nessonvaux*. — A cette région si faillée, succède, vers l'Est, une partie relativement peu dérangée, mais fortement plissée, comprise entre Magnée au Nord, La Brouck et Nessonvaux au Sud. Les plis ont tous la même allure : le bord sud des synclinaux est vertical ou même renversé, tandis que le flanc nord a une inclinaison de 30° à 45° en moyenne.

Certains de ces plis sont remplacés par des failles; c'est ainsi qu'au N., à Reissonsart, dans la vallée des Fonds-de-Forêt, le Houiller, incliné au S. de 35° à 40°, est mis en contact, vers le Sud, avec du calcaire viséen inclinant, par renversement, de 80° au Sud. De même, dans la partie

méridionale de cette région, sur le versant est de la vallée du Ry-de-Mosbeux, on peut relever la coupe représentée fig. 3. La faille qui met en contact l'assise

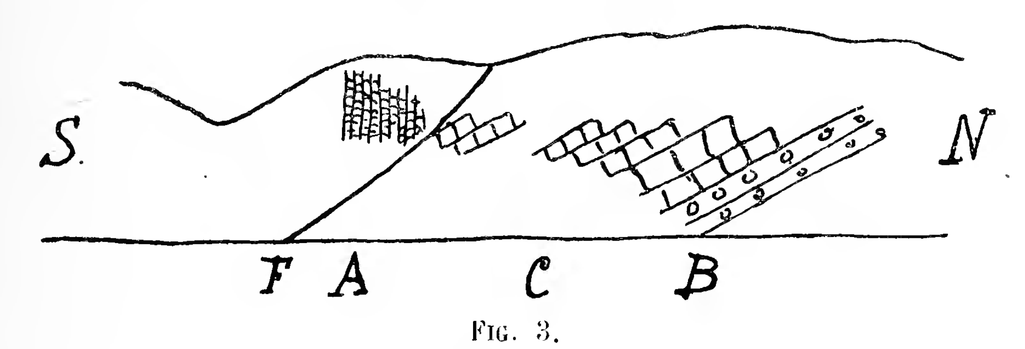


Fig. 3.

Vallée du Ry-de-Mosbeux (¹).

A. Psammites stratoïdes d'Esneux.
B. Macignos noduleux de Souverain-Pré.
C. Psammites de Monfort.
F. Faille.

d'Esneux avec l'assise de Monfort, est analogue à celle de Reissonsart.

Un peu plus au Sud, la bande de calcaire dévonien est supprimée, sur une certaine longueur, par une faille qui met le Burnotien en contact avec le Famennien.

Au N. et au NW., tout cet ensemble plissé est mis en contact avec le Houiller, par la *faille de Magnée*.

Au NE., entre Reissonsart et Mont-Saint-Hadelin, il est probable qu'une partie du Houiller est en concordance avec le Calcaire carbonifère, formant ainsi le centre des synclinaux que l'on observe dans le calcaire et dont les arêtes inclinent vers l'Est.

J'indiquerai plus loin les raisons qui m'ont amené à limiter, par failles, une partie du Houiller, située au NE. de la région que je viens d'étudier.

A Mont-Saint-Hadelin, le Calcaire carbonifère supérieur, inclinant de 30° au S., repose sur le Houiller ; il y a donc faille.

(¹) Toutes les coupes ont été orientées dans le même sens ; celle de la fig. 3 est l'inverse de celle que l'on observe sur le terrain.

Si, à Nessonvaux, nous suivons la route d'Olne, nous remarquons que les deux flancs de la vallée sont complètement dissymétriques, bien qu'elle soit perpendiculaire à la direction générale du plissement. Il ne me paraît pas y avoir de doute qu'une faille, dirigée à peu près N.-S., ne mette en contact le Calcaire carbonifère inférieur d'un côté, avec les psammites stratoïdes d'Esneux de l'autre ; elle correspond, je pense, au changement brusque de direction de la bande de calcaires dévoniens, au sud de Nessonvaux. Cette faille limite, vers l'Est, la région centrale. Voyons comment cette cassure, que j'appellerai *faille de Nessonvaux*, se comporte au nord de ce village.

Nous remarquons immédiatement, sur la carte, que la limite entre le Carbonifère et le Dévonien, change brusquement d'allure et décrit une courbe convexe vers l'Ouest et, du Sud au Nord, nous voyons successivement la dolomie, puis le calcaire compact à *Chonetes papilionacea*, en contact avec le Famennien; ensuite, nous retrouvons une faille dirigée N.-S. Son existence n'est pas douteuse, car les couches du calcaire compact butent, par leur tranche, contre la dolomie, les schistes à *Spiriferina octoplicata* ou le Famennien supérieur, qui affleure près du cimetière de Nessonvaux; cette faille se trouve exactement dans le prolongement de la première.

Faut-il raccorder directement ces deux cassures N.-S., en traversant la boucle de Famennien, ou faut-il leur faire contourner ce lambeau? C'est cette dernière hypothèse que j'ai adoptée et j'en donnerai les raisons tantôt.

Je ferai remarquer ici que, si nous faisons abstraction de ce lambeau de Dévonien supérieur, le calcaire compact, viséen, repose régulièrement sur la dolomie qui, elle-même, s'appuie normalement sur le Famennien supérieur.

J'attire également l'attention sur l'allure quelque peu chiffonnée du Viséen, contre la faille de Nessonvaux, à la latitude de Vaux-sous-Olne.

*
* *

C. Région orientale. *De Nessonvaux à Andrimont-Verviers.* — Portons-nous à l'est de la ligne de fracture de Nessonvaux. Nous rencontrons maintenant une région entièrement faillée, contrastant singulièrement avec la précédente; chaque pli est, pour ainsi dire, remplacé par une faille.

Lorsqu'on suit la Vesdre en aval de Goffontaine, dans la partie où la rivière coule du Sud au Nord, on relève la coupe représentée dans la fig. 4. Unefaille met en contact les

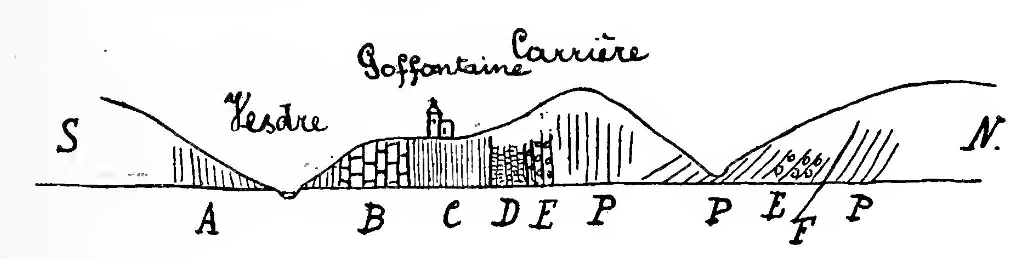


Fig. 4.

Coupe de la vallée de la Vesdre (rive droite) en aval de Goffontaine [1]

A. Roches rouges, Dévonien inférieur (*Bt* et *Co*).
B. Calcaires dévoniens.
C. Schistes dévoniens supérieurs (*Fr* et *Fa1ab*).
D. Psammites stratoïdes d'Esneux (*Fa1c*).
E. Macignos noduleux de Souverain-Pré (*Fa2a*).
P. Psammites de Monfort (*Fa2b*).
F. Faille.

Echelle : 1 : 30 000.

macignos noduleux de Souverain-Pré avec les roches qui leur sont supérieures.

Si nous allons à l'ouest de cette coupe, nous remarquons que le synclinal qu'elle montre clairement, se rétrécit fortement et que le flanc sud est, en partie, supprimé. La faille représentée dans la fig. 4, et dont le passage exact est assez difficile à déterminer à l'Ouest, vient, très probablement, rencontrer la précédente.

[1] Cette coupe est l'inverse de celle que l'on observe sur le terrain.

Plus au Nord, se trouve une bande de Calcaire carbonifère; je considère qu'elle est limitée, au Sud, par une faille, tout au moins dans sa partie occidentale car, au nord de Grihanster, dans le petit vallon, on peut relever la coupe fig. 5; le flanc sud du synclinal de Calcaire carbonifère serait donc supprimé.

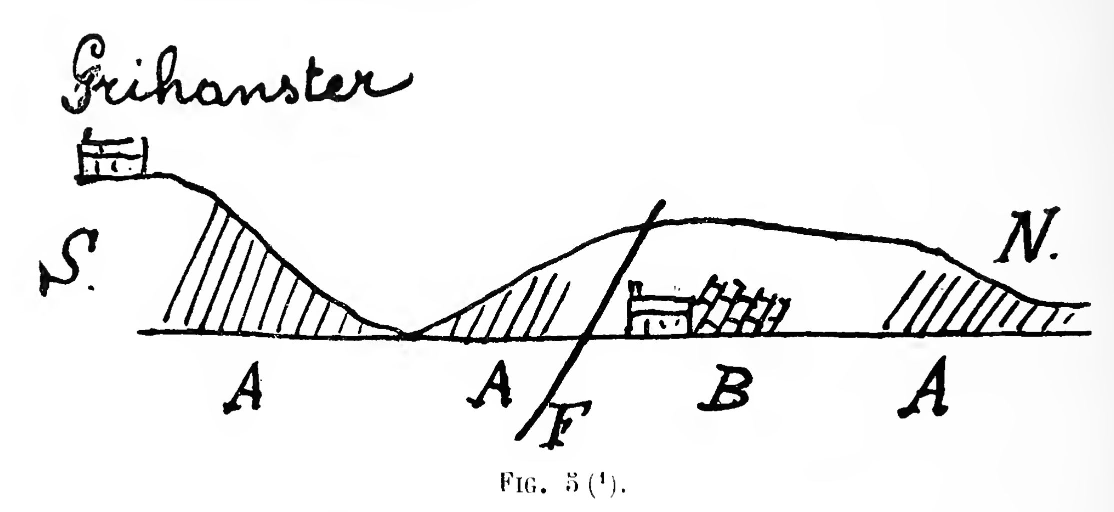


FIG. 5 (1).

A. Famennien supérieur (*Fa2bc*).
B. Calcaire carbonifère inférieur (*T1*).
F. Faille.

Au nord de cette bande, le Famennien supérieur est mis en contact avec le Calcaire carbonifère, par une faille. Les observations reportées sur la carte justifient suffisamment le tracé de cette cassure, pour m'éviter d'entrer dans plus de détails. Vers l'Est, la faille n'existe plus, car on voit le contact normal entre le Famennien supérieur et le Calcaire carbonifère inférieur, le long de la route de Soiron au hameau de Falhez, où l'on trouve successivement, du Sud au Nord, le Famennien supérieur, le calcaire *T1a*, les schistes à *Spiriferina octoplicata*, la dolomie avec calcaire à crinoïdes à la base et enfin le calcaire compact.

A Vaux-sous-Olne, l'allure des couches est assez particulière; au lieu de suivre la direction générale NE.-SW., nous les voyons s'infléchir et être dirigées NW.-SE. Le

(1) Cette coupe est l'inverse de celle que l'on observe sur le terrain.

long de la grand-route, à Vaux, j'ai relevé la coupe représentée dans la fig. 6.

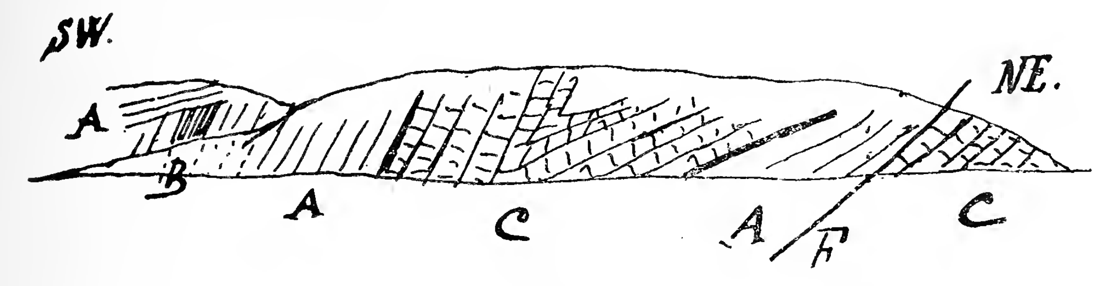


FIG. 6.

Route de Nessonvaux à Olne, au nord de Vaux-sous-Olne.

A. Dolomie carbonifère.
B. Schistes à *Spiriferina octoplicata*.
C. Calcaire compact, viséen.
F. Faille.

Echelle approximative : 1 : 10 000.

A Olne, le contact entre le Calcaire carbonifère et le Houiller se fait par faille, car le calcaire, peu incliné au S., repose sur le Houiller.

Si nous continuons notre marche vers l'Est, nous remarquons que, à la partie si faillée de Nessonvaux et d'Olne, succède une région relativement régulière.

La bande de calcaires dévoniens présente des plissements remarquables, formés de dressants verticaux ou renversés, suivis de plateures très peu inclinées.

De nombreuses coupes, visibles dans les méandres de la vallée de la Vesdre, notamment à Goffontaine, Pepinster, Ensival et Verviers, montrent cette allure typique.

La carte semble indiquer, pour les schistes frasniens et famenniens, une allure simple. En réalité, il n'en est rien ; aux environs de Verviers, ces roches présentent des plissements analogues aux précédents et sont traversées par de nombreuses failles. A Verviers, le long de la Vesdre et de la voie ferrée de Verviers à Dison, on voit une assez bonne coupe qui permet de se rendre compte de l'allure disloquée de la région.

A l'ouest du village de Soiron, on constate la présence d'un accident tectonique remarquable : une bande de calcaire viséen est intercalée dans le Famennien; elle est donc limitée, au Sud et au Nord, par des failles.

La cassure sud, que j'appellerai *faille de Soiron*, se prolonge régulièrement vers l'Est, parallèlement à la direction générale des couches; elle forme la limite entre le Dévonien supérieur et le Calcaire carbonifère supérieur.

La cassure nord, ou *faille de Henrister*, se prolonge aussi vers l'Est, en s'écartant légèrement de la précédente; elle met successivement le Famennien et la dolomie carbonifère, au Nord, en contact avec le calcaire compact, au Sud.

A l'est de Grand-Rechain, on ne trouve plus que ce dernier étage, et le tracé de la faille est difficile. Pour nous rendre compte de son allure, nous devons nous reporter à la coupe visible le long de la route de Dison à Petit-Rechain. Cette coupe est représentée dans la fig. 7.

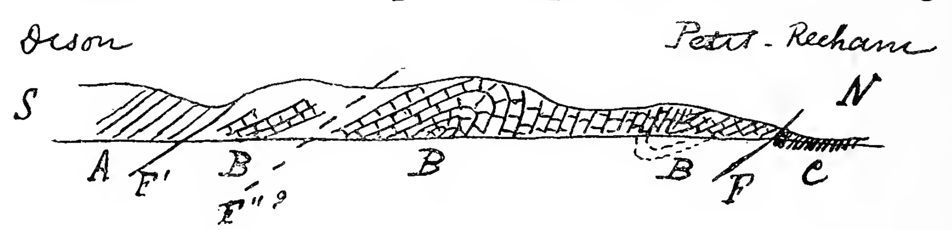


FIG. 7.

Route de Dison à Petit-Rechain (1).

A. Psammites du Condroz (*Fa2b*).

B. Calcaire viséen.

C. Schistes houillers.

F. Faille du Corbeau.

F'. Faille de Soiron.

F''. Faille de Dison.

Echelle approximative : 1 : 15 000

Nous voyons qu'au nord de la faille de Soiron, le calcaire compact forme une voûte renversée vers le N., suivie d'un synclinal mis en contact avec le Houiller, par l'intermédiaire de la *faille du Corbeau*.

(1) Cette coupe est l'inverse de celle que l'on observe sur le terrain.

Les rares affleurements visibles sur le plateau, à l'ouest de cette coupe, nous montrent que ces plis se prolongent vers l'Ouest et que, par conséquent, la faille de Henrister passe plus au N. Je l'ai prolongée vers l'Est jusque Petit-Rechain, où je l'ai fait rejoindre la *faille d'Olne*, au point où la limite du Houiller présente une inflexion assez brusque vers le Sud. La faille du Corbeau, que je considère comme indépendante de celles de Henrister et d'Olne, se continue vers l'Est, mettant en contact le Calcaire carbonifère supérieur avec le Houiller.

La coupe de la voie ferrée au nord de la station de Dison, est représentée dans la fig. 8. La partie nord se raccorde facilement avec la coupe représentée dans la fig. 7, mais la partie comprise entre la faille du Corbeau et celle de

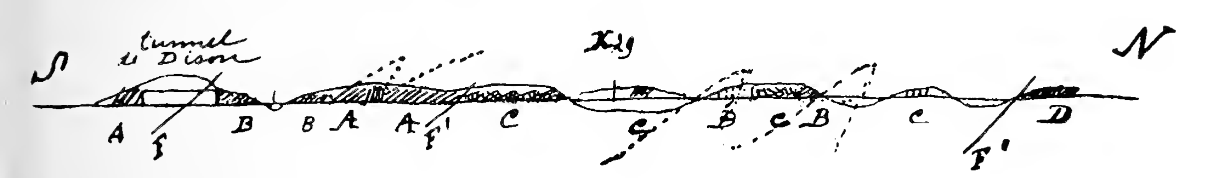


Fig. 8.

Coupe de la voie ferrée au nord de la station de Dison.

A. Dévonien supérieur.
B. Dolomie (Carbonifère inférieur).
C. Calcaire compact (Carbonifère supérieur).
D. Houiller.
F, *F'*, *F''*. Failles.

Echelle : 1 : 15 000.

Soiron, ne concorde pas avec la partie sud de la coupe précédente. Nous ne trouvons pas, en effet, dans celle-ci, l'équivalent de la faille de Dison et des plissements qui paraissent exister dans le Famennien visible au nord du tunnel. Il se peut que ces accidents soient remplacés par une cassure à peu près parallèle à la stratification et qui ne serait pas visible dans les calcaires compacts de la partie

sud de la coupe 7. C'est ce que, dans cette figure, j'ai indiqué par une ligne en pointillé.

La faille de Dison se prolonge vers le NE., mettant toujours en contact le Famennien supérieur avec le calcaire viséen ; elle va rejoindre ensuite la faille du Corbeau.

Je n'ai pas poursuivi le levé à l'est de ce point. Les cartes de M. H. Forir et de M. le professeur G. Dewalque montrent que, jusque la frontière allemande, les couches sont plissées régulièrement, ces plissements étant parfois accentués par des failles. C'est, en somme, le prolongement régulier de la région située au sud de la faille de Soiron.

Il est possible que le massif de calcaire tournaisien d'Andrimont soit limité, au Sud, par une faille. Les couches qui le forment sont inclinées au S.; le long de la route de Dison à Andrimont, le Famennien se présente en bancs redressés jusque la verticale ; il est donc probable que le bord sud du synclinal de Calcaire carbonifère a été supprimé.

II. — **Partie explicative**.

Après avoir justifié le tracé de la carte, je vais indiquer comment, à mon avis, on peut interpréter les dislocations de la région que j'ai étudiée.

A. Région occidentale. — J'examinerai d'abord la partie comprise entre Angleur et La Rochette.

Ce qui attire l'attention, à la simple inspection de la carte, c'est la prédominance de deux directions principales de cassures : l'une est parallèle au plissement général de la région ; l'autre lui est perpendiculaire. A la première, correspondent la faille eifélienne et celles de Kinkempois, de l'Ourthe, de Chèvremont, de Henne, de Chaudfontaine, de Bois-les-Dames et de Prayon ; suivant l'autre direction,

sont disposées les failles de Streupas, de la Vesdre et de La Rochette.

Considérons les cassures de la première catégorie ; elles présentent toutes les mêmes caractères :

1° Elles sont parallèles au plissement.

2° Les terrains situés au Sud sont plus anciens que ceux situés au Nord ou, en d'autres termes, le bord sud a été relevé par rapport au bord nord.

3° Chacune d'elles, vers l'Est, s'arrête à une faille transversale, qui paraît la continuer par une brusque inflexion vers le Sud.

4° Enfin, comme on peut le voir clairement pour toutes, sauf pour la faille eifélienne et celle de Kinkempois, ces cassures sont dans le prolongement d'un pli et *continuent ce pli* ; on peut donc les considérer comme des accentuations de plissements, suivant les dispositions représentées dans la fig. 9.

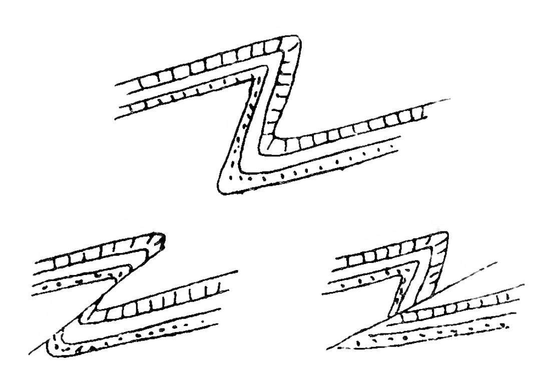


FIG. 9.

Ce sont donc, à mon avis, des plis-failles inverses, inclinant au S.

Quant à la faille eifélienne, il n'y a pas de doute ; c'est un pli-faille inverse ; la démonstration en a été faite par les travaux d'exploitation houillère.

Il n'y a rien d'étonnant à ce que toutes ces cassures aient cette allure. Tous les exploitants de notre bassin

houiller savent que, dans les parties plissées en dressants et plateures, telles que celle du bord sud du grand synclinal houiller de Liége, de nombreuses failles inverses, inclinant au S., renfoncent les couches au Nord. Les coupes jointes à la Carte générale des mines, les coupes du bassin houiller du nord de la France, et les beaux travaux de M. Smeysters [1] sont typiques à cet égard ; le bassin de Herve fournit un autre exemple tout à fait remarquable de cette allure.

Tous ces accidents sont dûs au même grand phénomène : le plissement de l'Ardenne, et si nous ne pouvons pas constater *de visu*, dans la plupart des cas, l'inclinaison des failles que j'ai étudiées, nous pouvons, par assimilation avec les accidents semblables dûs à la même cause et dont l'allure est connue, les supposer inclinées au Sud.

Laissons un instant de côté les failles transversales.

Si nous nous reportons à la Carte géologique de la Belgique au 40 000e, feuille de Seraing-Chênée, levée par notre savant confrère M. H. Forir, nous remarquons que, au sud de la faille eifélienne, sur la rive gauche de l'Ourthe, les terrains dévoniens sont plissés régulièrement en une succession de selles et de bassins, mais ne sont pas cassés par des failles importantes. Dès que nous passons sur la rive droite, au contraire, nous voyons naître toute une série de failles inverses, parallèles au plissement, et qui, vers l'Ouest, se terminent dans des plis.

Avec ce changement d'allure, se produit un autre phénomène. La limite méridionale du Houiller qui, jusque Kinkempois, était dirigée SW.-NE., change brusquement et se poursuit suivant une ligne en escalier, de direction appro-

(1) J. Smeysters. Etude sur la constitution de la partie orientale du bassin houiller du Hainaut. *Ann. des Mines de Belgique*, t. V, 1900.

ximative NW.-SE. En outre, chacune des failles inverses produit un rejet moindre que la faille eifélienne.

Tous ces phénomènes, pour moi, sont connexes.

Si nous admettons que les failles inverses et, notamment, la faille eifélienne, sont dues à des accentuations de plissements, nous pouvons facilement expliquer l'allure de toute cette région.

Jusque Kinkempois, *un seul grand pli* s'est accentué pour donner naissance à la faille eifélienne, refoulant ainsi le bassin de Dinant sur le bassin de Namur; si celui-ci est visible sur son étendue actuelle, c'est que l'érosion a enlevé la nappe de charriage jetée sur lui par la formation de la faille eifélienne.

A l'est de Kinkempois, *toute une série de plis* s'accentuaient et le rejet énorme dû au premier accident se répartissait entre eux, donnant à chacun une importance moindre. Il se produisit, au lieu d'une seule nappe de recouvrement, une série d'écailles empilées les unes sur les autres et, précisément à cause de cet empilement, le trajet horizontal total, accompli par la partie sud qui s'avançait sur la partie nord, était moindre. C'est pourquoi nous constatons une inflexion de la limite méridionale des affleurements du terrain recouvert.

Mais la limite sud des affleurements du Houiller, entre Kinkempois et La Rochette, n'est pas une courbe régulière. C'est, comme je viens de le dire, une succession de gradins, le Houiller étant ramené plusieurs fois brusquement vers le Sud. Il s'agit d'expliquer ce fait.

Nous remarquons que chacune de ces inflexions brusques correspond à une des cassures transversales, que celles-ci s'arrêtent brusquement au Houiller au Nord et, au Sud, à une faille longitudinale qui, elle-même, forme, vers l'Est, la limite du Houiller.

On conçoit facilement que cet ensemble d'écailles de

refoulement qui se recouvrent et qui forment, en somme, une grande nappe de charriage, poussée vers le Nord sur le terrain houiller, ne s'avance pas sur une surface régulière. La surface de charriage a pu présenter des ondulations et la nappe, à cause de cela, se sera soulevée ; il se sera produit un bombement et, lorsque l'érosion aura raboté le terrain suivant une surface voisine de l'horizontale, les nappes inférieures seront apparues successivement, vers le sommet du bombement.

C'est, à mon avis, le cas pour la région qui nous occupe. La partie voisine de Prayon se sera soulevée ; les écailles supérieures auront été enlevées par l'érosion, laissant voir, l'une après l'autre, celles qu'elles recouvraient.

La conséquence toute naturelle de mon hypothèse, est que les failles transversales ne sont pas des cassures indépendantes ; ce sont les failles inverses de plissement, ou surfaces de charriage, qui s'infléchissent vers le Sud, par suite du soulèvement de l'ensemble vers l'Est (1). Le massif de dolomie carbonifère de La Rochette limité, de tous côtés, par des failles, serait, d'après cette manière de voir, une nappe inférieure, dont l'existence nous est révélée par l'enlèvement dû à l'érosion des nappes supérieures qui la surmontaient. De même, le lambeau de Famennien de Chèvremont, qui paraît si extraordinaire, constituerait l'apparition d'une écaille inférieure qui, autrefois, était cachée sous d'autres lamelles de poussée.

La faille de l'Ourthe, qui n'en fait qu'une avec celle de la Vesdre, limite une de ces écailles, formée par les roches rouges du Coblencien et du Burnotien du Tier des Critions. Ce massif a été refoulé sur le Dévonien supérieur

(1) Les cassures que je considère comme équivalant à d'autres cassures ont été indiquées entre crochets sur la carte.

de Streupas, dont les plis se prolongent, sous la montagne, sur la rive droite de l'Ourthe et je pense que c'est un de ces plis qui réapparaît à Chèvremont. Quant à la dolomie de Chèvremont, je la considère comme un lambeau pincé dans la faille qui a refoulé le Famennien sur le Houiller.

La faille de Henne nous montre la naissance d'une nouvelle écaille, refoulée sur le lambeau de Chèvremont.

Une coupe théorique N.-S., passant par Chèvremont (fig. 10), permettra de nous rendre compte de l'allure des couches, suivant ma manière de voir.

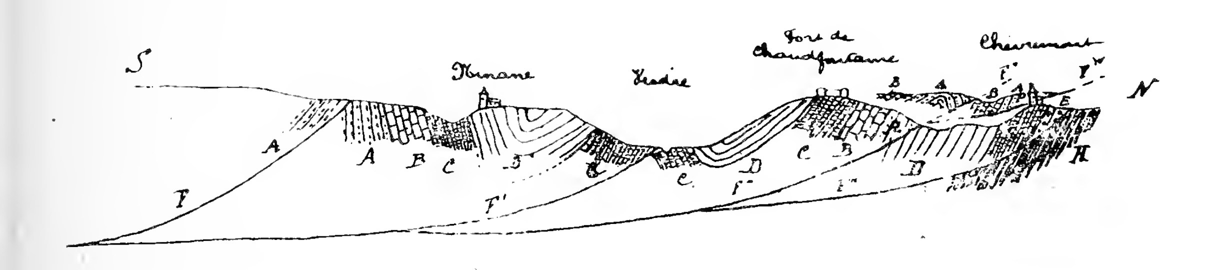


FIG. 10.

Coupe théorique passant par Chèvremont.

A. Burnotien et Couvinien.
B. Calcaire dévonien.
C. Schistes frasniens et Famennien inférieur.
D. Famennien supérieur.
E. Dolomie du Carbonifère inférieur.
H. Houiller.
F. Faille de Prayon.
F'. Faille de Chaudfontaine.
F''. Faille de Henne.
F'''. Faille de Chèvremont.
F''''. Faille de l'Ourthe (Vesdre).

Echelle : 1 : 40 000.

Le lambeau de Dévonien et de Carbonifère, compris entre la faille de Kinkempois et la faille eifélienne, peut

être considéré comme un lambeau de poussée, entraîné lors de la formation de cette cassure.



B. Région centrale. — Etudions maintenant la partie comprise entre La Rochette et Nessonvaux.

Au lieu de trouver une série de failles importantes, nous avons affaire, au contraire, à une région fortement plissée ; les quelques failles qui la compliquent sont loin d'avoir l'importance de celles qui découpent le territoire situé à l'Ouest. Fait remarquable, et qui concorde avec ce que j'ai dit tout à l'heure, dès que nous abordons cette région de plissements, peu faillée, la limite du Houiller remonte assez brusquement vers le Nord; c'est que nous avons, maintenant, un lambeau unique.

Cette lame de charriage se termine, à l'Est, à la faille de Nessonvaux. Au NE., sa limite est difficile à préciser. Je viens de dire que les plis qui constituent cette écaille inclinent vers l'Est ; le centre des synclinaux de Calcaire carbonifère est rempli par le terrain houiller et il peut se faire qu'une partie du Houiller situé au Nord-Est, appartienne au lambeau de poussée de Forêt.

La planchette de Fléron-Verviers de la Carte géologique au 40.000^{e}, levée, en ce qui concerne ce point, par M. Forir, indique la présence de Houiller inférieur dans cette région et je me demande si ce Houiller inférieur, limité, à l'Ouest, par le prolongement de la faille de Magnée ne fait pas partie du lambeau de refoulement. C'est l'hypothèse représentée sur ma carte ; la question de la limite septentrionale reste, néanmoins, non précisée.

Je dois signaler une observation importante. Si l'on examine la carte, on remarque que, au nord de la faille de Prayon, les plis du lambeau de Forêt sont à peu près dans

le prolongement des plis du Dévonien à l'ouest de la faille de La Rochette. Tous ces plissements se correspondent. Cette observation est tout en faveur de ma théorie car, si ce que j'ai dit plus haut est exact, les parties situées au nord de la faille de Prayon, de part et d'autre du lambeau de dolomie de La Rochette, font partie d'une même nappe de charriage.

*
* *

C. Région orientale. — En continuant notre marche vers l'Est, dès que nous avons dépassé la faille de Nessonvaux, nous arrivons à la région si fortement faillée, sur laquelle j'ai attiré l'attention dans la première partie de ce travail. Comme je l'ai signalé alors, la direction des couches, près de cet accident, s'infléchit brusquement vers le NW.; les autres fractures suivent également cette inflexion.

Comment expliquer cette allure?

Toutes les cassures qui découpent la région, nous indiquent la présence d'une série d'écailles superposées, comme dans le territoire compris entre Angleur et La Rochette : tous les plis sont accentués en failles. J'en conclus que, dans le mouvement de refoulement vers le Nord, le massif de Dévonien et de Carboniférien, qui s'avançait sur le Houiller, a subi, en un point, à Olne, un mouvement d'arrêt; la plupart des plis se sont transformés en failles inverses, refoulant les unes sur les autres une série d'écailles successives, comprises chacune entre deux de ces cassures. En même temps, cette région faillée était, en partie, recouverte par la nappe de Forêt, qui s'avançait vers le Nord sans se diviser. Dans un tel mouvement, on peut comprendre l'existence d'un changement brusque dans la direction des plis. La région faillée est, tout au

moins dans sa partie occidentale, le substratum sur lequel s'avançait le lambeau de Forêt. Si la surface de charriage présentait des irrégularités, l'érosion les aura fait apparaître. J'ai signalé l'inflexion brusque de la faille de Nessonvaux ; je crois qu'elle correspond à un bombement de la surface de charriage et, précisément, ce point correspond à une partie singulièrement faillée où plusieurs lamelles de poussée sont refoulées l'une sur l'autre.

On remarquera que la dolomie de La Rochette et celle d'Olne sont à peu près dans le prolongement l'une de l'autre ; il faut probablement les raccorder sous le lambeau de poussée de Forêt. Elles feraient partie d'une même nappe recouverte par ce dernier lambeau.

Les nombreuses failles longitudinales de Nessonvaux disparaissent vers l'Est ; elles sont remplacées par des plis. Cela signifie-t-il qu'il n'y existe plus de grands accidents tectoniques ? Je ne le crois pas et nous en avons la preuve dans les environs de Soiron. La bande de Calcaire carbonifère supérieur, qui vient apparaître dans le Famennien, n'est, je pense, explicable que de la manière représentée dans la figure 11. Cela revient à dire que les

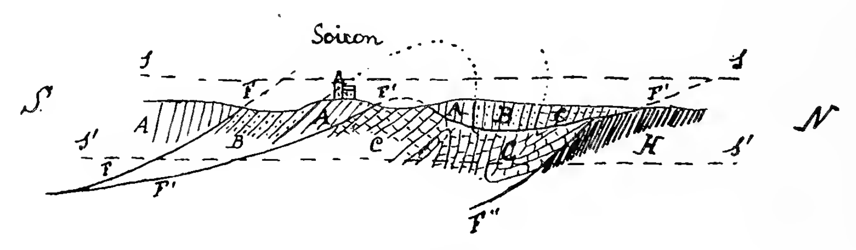


Fig. 11.

Coupe théorique passant par Soiron.

A. Famennien supérieur.

B. Carbonifère inférieur.

C. Carbonifère supérieur.

H. Houiller.

F, F_{I}, F_{I}'. Failles.

Echelle 1 : 40 000.

accidents que j'ai appelés, sur la carte, faille de Soiron, faille de Henrister et faille d'Olne ne sont qu'une seule et même cassure. Le substratum apparaît, à cause d'une courbure de la faille, convexe vers le haut, et correspondant précisément à un plissement des terrains refoulés. La courbure concave, qui y fait suite au Nord, isole un lambeau de recouvrement.

Si l'érosion s'était fait sentir moins profondément, jusqu'au niveau *s s*, par exemple, le substratum n'apparaîtrait pas ; nous aurions l'allure existant à Olne. Si, au contraire, l'érosion avait été poussée jusqu'en *s' s'*, le lambeau refoulé aurait disparu ; c'est le cas de Dison. J'ai, dans la figure 11, représenté, sous la faille, l'allure que les environs de cette dernière localité nous révèlent. Cette hypothèse rend bien compte de l'allure des cassures vers l'Est.

Tout à fait à l'est de ma carte, la faille de Dison rejoint celle du Corbeau ; c'est, je pense, encore le cas d'une nappe qui vient en recouvrir une autre.

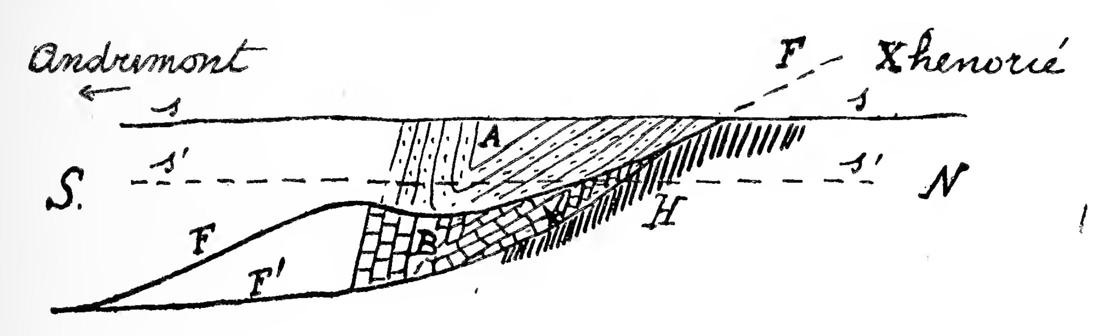


FIG. 12.

Coupe théorique au nord d'Andrimont.

A. Famennien supérieur.
B. Calcaire viséen.
H. Houiller.
F, *F'*. Failles.

La figure 12 rend compte de l'allure probable au delà du point de rencontre des deux failles. Si l'érosion s'était fait

sentir jusqu'en $s's'$, on aurait obtenu l'allure qui existe à l'ouest de ce point de rencontre.

III. — **Résumé**.

En résumé, tout ce travail est basé sur un seul principe : l'accentuation des plissements, donnant naissance à des failles inverses, peu inclinées et plongeant au Sud. Dans le cas qui nous occupe, ces failles limitent une série de lambeaux ou mieux d'*écailles de poussée*, refoulées les unes sur les autres.

Comme je l'ai déjà dit plus haut, nous ne voyons ni le sens ni la valeur de la pente de ces cassures ; mais, par analogie avec les cas connus dans les exploitations houillères, nous pouvons conclure que ces failles ont une inclinaison faible vers le Sud. Le fait est bien connu pour la faille du Midi, qui limite, au Sud, les bassins houillers du nord de la France.

On s'explique d'autant mieux la faible inclinaison des fractures, dans la région que je viens d'étudier, qu'elles semblent résulter de l'accentuation de plissements fortement dissymétriques. L'observation, quand elle est possible, est d'accord avec la théorie.

La tranchée du chemin de fer, au nord de la gare de Dison, permet de constater que la faille de Dison incline vers le Sud de 35° à 40° environ.

Les coupes que l'on peut relever dans la bande de schistes dévoniens supérieurs, aux environs de Verviers, sont typiques à cet égard. On y voit des quantités de cassures peu inclinées et ondulant même parfois, pour prendre des inclinaisons faibles vers le Nord.

Je reproduis, à titre d'exemples, deux de ces coupes relevées, la première (fig. 13), le long de la Vesdre, près du

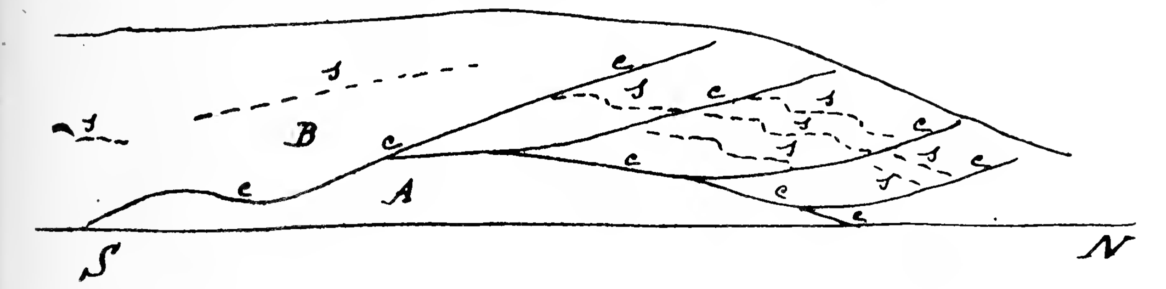


Fig. 13.

Verviers. Rive gauche de la Vesdre, près du tunnel d'Ensival.

A. Schistes très noduleux.
B. Schistes se divisant en grandes plaques.
s. Joints de stratification.
c. Cassures.

tunnel n° 11, la seconde (fig. 14), le long de la voie ferrée de Verviers à Dison, au nord de l'arrêt de Lambermont.

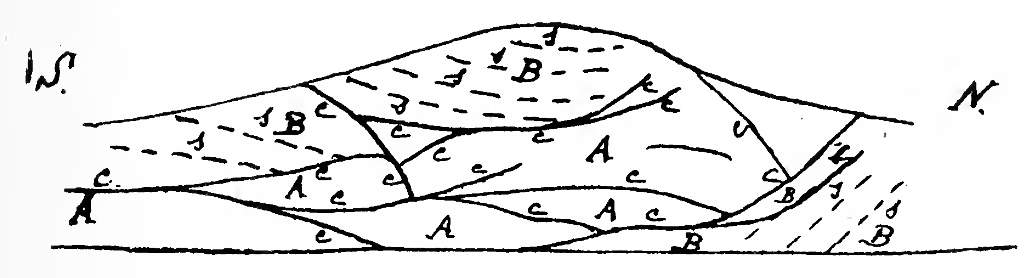


Fig. 14.

Coupe de la tranchée du chemin de fer au nord de la halte de Lambermont.

A. Calcaire argileux.
B. Schistes
c. Cassures.
s. Joints de stratification.

Pourquoi n'admettrait-on pas que l'allure des grandes failles qui découpent le territoire considéré, est semblable à celle de ces cassures ?

L'interprétation de la structure de la région de la Vesdre, telle que je viens de le faire connaître, par une

série de lamelles ou d'écailles de recouvrement, rend bien compte, à mon avis, des phénomènes observés.

IV. — **Conclusions.**

Au point de vue pratique, mon hypothèse peut avoir des conséquences importantes. Toutes les lamelles qui se recouvrent, font partie d'une grande nappe de charriage, refoulée sur le Houiller et l'on peut se demander jusqu'où s'étend ce dernier terrain vers le Sud.

Dans une note parue dans les *Annales de la Société* (1), M. le professeur Max. Lohest, raccordant le Calcaire carbonifère d'Engihoul avec celui de La Rochette, admettait l'existence du Houiller sous tout le triangle de Dévonien compris entre ces deux points et Angleur.

Or, nous voyons que, à La Rochette, la dolomie carbonifère est mise en contact avec le Houiller, par l'intermédiaire d'une faille. Plus à l'Est encore, le Houiller est limité au Sud par une faille. On peut donc supposer, si l'on admet ma manière de voir, que l'étendue indiquée par mon savant maître est un minimum.

Je me demande même, si l'on ne peut pas aller beaucoup plus loin. Au sud de la vallée de la Vesdre, nous voyons réapparaître du Houiller à Theux où, d'après moi, il s'enfonce sous le Gédinnien qui, superficiellement, le limite au Nord. Toute la bande de Dévonien et de Carbonifère de la vallée de la Vesdre n'est-elle pas une immense nappe de charriage, refoulée sur le Houiller et, en profondeur, le Houiller de Theux ne se raccorde-t-il pas avec celui de Herve, le massif dévonien et carboniférien de Theux formant une *fenêtre*, pour employer l'expression de M. Maurice Lugeon ?

(1) Max. Lohest. Relations entre les bassins houillers belges et allemands. *Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. XXVI, p. 125. Liége, 1898-1899.

La question est difficile et loin d'être résolue; mais je ne désespère pas de pouvoir donner plus tard, lorsque mes études seront assez avancées, des arguments plus convaincants en faveur de cette manière de voir. La seule façon de résoudre le problème d'une manière certaine, serait, évidemment, l'exécution d'un sondage à grande profondeur.

La solution de la question aurait-elle une sérieuse importance au point de vue pratique? Nous ne saurions pas le dire ; nous ne pouvons pas savoir, dans le cas où le Houiller s'y trouverait, s'il serait exploitable et, en outre, on ne l'atteindrait probablement qu'à des profondeurs très considérables.

L'hypothèse que je risque ici est peut-être bien osée, mais mon audace semblera, sans doute, moins grande, si l'on songe que, dans le bassin du nord de la France, on a découvert le Houiller bien au sud du passage superficiel de la faille du Midi, qu'en Belgique même, les beaux travaux du savant géologue A. Briart [1] et de M. le chanoine H. de Dorlodot [2], ont montré des lambeaux de poussée rejetés à plusieurs kilomètres au Nord, sur le terrain houiller du Hainaut. Enfin, les études si remarquables de MM. Marcel Bertrand, Haug, Kilian et d'autres géologues, sur les Alpes françaises et celles que M. le professeur Lugeon de l'Université de Lausanne vient de faire paraître sur les Alpes suisses, nous montrent des nappes de charriages refoulées à plus de cent kilomètres de leur point d'origine.

[1] A. Briart. Géologie des environs de Fontaine-l'Evêque et de Landelies. *Ibid.*, t. XXI, *Mém.*, p. 35, 1894.

[2] H. de Dorlodot. Recherches sur le prolongement occidental du Silurien de Sambre-et-Meuse et sur la terminaison orientale de la faille du Midi. *Ibid.*, t. XX, p. 289, 1893.

Pourquoi, dans la chaîne fortement plissée de l'Ardenne et, en particulier, dans la région si chiffonnée de la vallée de la Vesdre, ne pourrions-nous pas trouver des phénomènes analogues ?

M. Lugeon a montré que, dans les Alpes, plusieurs nappes de charriage se superposent et que la supérieure, la plus récente, a été poussée le plus loin vers le Nord. Je constate la même chose dans la vallée de la Vesdre. Les figures 10, 11 et 12 sont caractéristiques à cet égard.

Le travail que je présente aujourd'hui à la Société géologique, est le fruit de l'étude des travaux de ces savants et surtout, je me plais à le reconnaître, le résultat des précieuses leçons de mon savant maître M. le professeur Max. Lohest.

Laboratoire de géologie de l'Université de Liége,
novembre 1903.

Réponse à M. E. Harzé au sujet des failles de la Campine,

PAR

H. FORIR [1].

Je tiens à dire quelques mots relativement à la réponse qu'a faite, à la dernière séance, notre honoré et sympathique confrère, M. E. Harzé, aux observations présentées, à la séance de juillet, à sa *figuration* de failles en Campine.

Je dois constater, tout d'abord, que le différend est plus apparent que réel et ne porte que sur un mode de représentation ; en effet, nous n'avons pas supposé un instant — c'eût été une naïveté digne de M. de la Palisse de le publier [2] — que, seule dans le monde entier, la Campine eût échappé à la production de cassures avec dénivellation des parois; mais nous avons toujours déclaré que les éléments de détermination de ces cassures font défaut dans la partie occidentale de cette région; notre honorable contradicteur convient de ce fait; les différences qu'il a constatées dans la composition du Houiller de certains sondages voisins s'expliquent, selon lui, par l'existence, entre ces sondages, d'accidents de l'espèce, dont on ne connaît ni la position approximitive, ni l'allure; il n'écarte toutefois pas la possibilité de changements de direc-

[1] Communication faite à la séance du 20 décembre 1903.

[2] Ce n'est pas à M. Harzé, je tiens à le déclarer, que s'applique cette boutade.

tion des couches, ayant donné naissance aux anomalies remarquées.

Dans ces conditions, M. Harzé *figure*, néanmoins, ces cassures, en leur attribuant un emplacement, une direction et une importance hypothétiques, tandis que nous préférons en faire abstraction dans la représentation graphique, estimant que ce dernier mode de procéder est moins de nature que l'autre à induire en erreur sur le degré de précision des tracés et qu'il donne une idée plus claire de l'allure générale. M. M. Lohest a clairement indiqué notre méthode dans l'exposé de principes suivant :

« Dans le problème de la détermination de l'allure des » couches sous les régions dépourvues d'affleurements, » notre maître à tous, en stratigraphie, A. Dumont, a » toujours adopté les raccordements les plus simples ; il » n'a tracé de failles, que là où leur existence était parfaite- » ment démontrée par l'observation directe et là où il y » avait impossibilité de raccorder les faits observés sans » leur intervention. La comparaison des cartes géolo- » giques du sol et du sous-sol de la Belgique en fournit la » preuve ».

En effet, la principale modification apportée aux tracés de Dumont, par la nouvelle Carte géologique au 40 000e, a consisté dans la substitution de failles à un certain nombre de plis tracés par l'illustre géologue, notamment vers l'est du Condroz ; il est évident qu'on ne peut faire un grief à Dumont de sa figuration, puisque ce n'est qu'en multipliant les observations qu'on arrive à préciser les allures dans le détail. Mais cette constatation prouve que la méthode à suivre dans un levé géologique quelconque, consiste à partir d'une solution simple, rendant bien compte des grandes lignes de la stratigraphie de la région, pour la compléter ultérieurement, dans le détail, à mesure que les observations s'accumulent.

Nous avons déjà formulé des observations analogues, relativement à la faille du Bolderberg de M. Stainier, à la séance du 21 décembre 1902, ce que paraît ignorer M. Harzé, et elles s'appliquent également aux figurations de MM. J. Kersten, G. Simoens, Ch. Lejeune de Schiervel et M. de Brouwer, comme nous l'avons dit dans notre travail en cours de publication.

Cette déclaration faite, il ne me paraît cependant pas inutile d'indiquer quelques inexactitudes qui se sont glissées dans la réponse de M. Harzé.

***

Tout d'abord, ce dernier fait ressortir que la direction ESE.-WNW. qu'il attribue aux strates houillères de l'occident de la Campine « est assez bien en rapport avec » les lignes de niveau du Primaire dans la région, fait que » l'on constate notamment en Westphalie, dans le Limbourg néerlandais et assez généralement dans notre » ancien bassin, ainsi que dans le nord de la France. »

Je laisserai de côté l'ancien bassin belge, qui n'est, dans sa plus grande partie, pas recouvert par des morts-terrains, et dont l'orographie a été singulièrement modifiée par l'érosion des cours d'eau ; je ne parlerai pas davantage de sa prolongation dans le nord de la France, où le relief de la surface du Primaire a très peu de rapports avec l'allure du Houiller [1], cet ancien bassin n'appartenant pas au même pli de l'écorce terrestre que celui de la Campine et présentant des conditions très spéciales, notamment une importante accentuation post-crétacée du plissement aux environs de Mons. Mais je me bornerai à la Westphalie et au Limbourg hollandais, auxquels la nouvelle cuvette belge est directement reliée.

[1] Voir *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXVI, pl. IV, 1899.

Dans la partie méridionale, exploitée, de la Westphalie, la seule bien reconnue, la direction des plis successifs du Houiller est nettement NE.-SW., tandis que l'orientation générale des courbes de niveau de la surface du Primaire est E.-W. (1).

Dans le Limbourg hollandais, l'allure des couches est, dans ses grandes lignes, SE.-NW., celle des courbes de niveau de la surface du Primaire, quoique bien difficile à établir, à cause des importantes dénivellations post-crétacées de cette surface, parait sensiblement NE.-SW.

Il en résulte donc que, dans ces deux régions tout au moins, *il n'existe aucune harmonie entre la surface du Primaire et l'allure des couches houillères.*

*
* *

J'aborderai la seconde observation de M. Harzé. Je ne saisis pas bien la différence que notre savant confrère fait entre un *très long raccordement* des deux parties d'une même couche affectée par une faille et un *énorme déplacement* de l'affleurement de cette couche, de part et d'autre de cet accident; c'est, pour employer l'expression propre, ce que l'on appelle le *rejet horizontal* de la couche. La controverse semble donc porter sur des mots et non sur des idées; aussi je n'insisterai pas sur ce point.

Mais je crois beaucoup plus utile de rechercher quelle est l'importance des cinq failles tracées par mon savant contradicteur; pour cela, j'emprunterai à sa carte même (2), les divers éléments d'appréciation du rejet vertical d'une couche supposée, en adoptant la pente moyenne de la for-

(1) Voir, sous ce rapport : WACHHOLDER. Uebersichtskarte des niederrheinisch-westfälischen Steinkohlenbezirkes. *Bericht über den VIII. allgemeinen deutschen Bergmannstag zu Dortmund vom 11 bis 14 september* 1901, Tafel I. Berlin, Springer, mai 1902.

(2) *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXXI, pl. II, 1903.

mation houillère, révélée par les sondages avoisinants (1).

Les résultats du calcul basé sur ces données, sont résumés dans la figure et le tableau suivants :

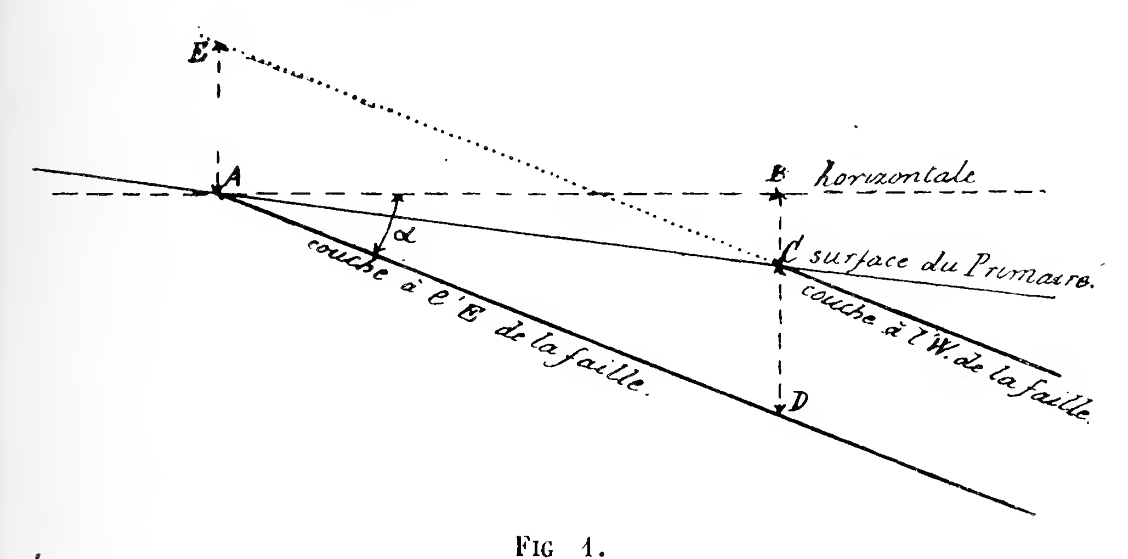


Fig 1.

Coupe par un plan vertical passant par l'affleurement de la faille.

	A B	B C	α (2)	CD = AE
1re faille E.	4 000 m	66 m	4°	214m
2e faille	1 920 m	35 m	7°13′	208m
3e faille	1 600 m	30 m	12°	310m
4e faille	2 880 m	47 m	5°	205m
5e faille W.	10 240 m	169 m	9°21′	1 518m

CD = AE est ce que l'on appelle le *rejet vertical* des failles.

De l'examen de ce tableau, il résulte que l'érosion a dû

(1) *Ann. des mines de Belgique*, t. VIII, 1903.

(2) Dans l'appréciation de l'angle α, je n'ai pas cru devoir tenir compte de la faible obliquité du plan de faille par rapport à l'inclinaison des couches, l'erreur en résultant étant négligeable.

enlever, au côté occidental des failles hypothétiques de M. Harzé, une hauteur de roches houillères supérieure à celle érodée au côté oriental, de 214 mètres pour la faille située le plus à l'Est, de 208 mètres pour la deuxième, de 310 mètres pour la troisième, de 205 mètres pour la quatrième et de 1 518 mètres pour la faille tracée le plus à l'Ouest.

Les accidents admis par M. Harzé ont donc tous une importance considérable et *l'énorme érosion calculée aurait dû se produire antérieurement au dépôt des couches crétacées*, puisque la surface du Primaire n'en est pas affectée, d'après la carte même de M. Harzé, les failles n'interrompant pas la continuité des courbes de niveau de cette surface.

Or, si l'on jette un coup d'œil sur la carte du Limbourg hollandais publiée par M. A. Habets [1] et sur les coupes de cette région que j'ai dressées [2], on voit que, contrairement à ce que suppose M. Harzé pour la Campine, le relief de la surface du Primaire y a été complètement modifié par les cassures, que le rejet vertical des failles est loin d'y être aussi important que celui des fractures de notre confrère, et que, par contre, l'affleurement des couches n'a pas subi de rejet horizontal notable, ce qui revient à dire que *ces cassures ont produit leur maximum d'effet après le dépôt du Crétacé*.

Est-il vraisemblable que, dans deux régions aussi voisines, les accidents postérieurs au dépôt des couches soient si différents par leur direction, par leur importance, par leur âge et par leurs effets ?

*
* *

Telles sont les observations que je crois devoir présenter à la manière de voir défendue par notre sympathique confrère.

(1) *Rev. univ. des mines*, 3e sér., t. LVI, pl. VII.

(2) *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXX, pl. IV et suiv.

Nouvelles découvertes paléontologiques dans le Carboniférien et le Famennien du Condroz,

PAR

P. DESTINEZ [1].

Dans le courant des mois d'août et de septembre de cette année, en reparcourant le Condroz à peu près du Nord au Sud, à travers les bandes famenniennes et carbonifériennes qui le traversent, j'ai été assez heureux, malgré le mauvais temps dont on a été gratifié pendant ces deux mois, pour découvrir quelques gisements fossilifères assez importants et quelques fossiles nouveaux ou rares, dans les anciens gîtes connus de cette région.

La partie du Condroz où mes recherches se sont surtout effectuées, est rendue très pénible au chercheur, par suite du manque de carrières exploitées et de tranchées convenables; le plus souvent, quand on se trouve en face d'un affleurement de psammite ou de calcaire, où l'on est plus ou moins assuré du succès, on est obligé de creuser soi-même une excavation au moyen des instruments dont on dispose. Ordinairement, cela occasionne de grandes difficultés et toujours une grande perte de temps.

Les quelques carrières existant encore, ou bien sont abandonnées depuis longtemps, ou ne sont exploitées qu'une partie de l'année, pour l'extraction de moëllons

(1) Communication faite à la séance du 20 décembre 1903.

servant à l'entretien des routes. Celles-ci et les vieux chemins en tranchées sont des plus avantageux à explorer; ils m'ont été d'un grand secours pour la reconnaissance des terrains, des étages et surtout pour la découverte de fossiles.

***

Les espèces que je vais d'abord signaler, ont été rencontrées dans quelques affleurements du Calcaire carbonifère supérieur (*V2c*), en contact immédiat avec le Houiller (*H1*). Ces affleurements se rencontrent principalement au nord d'Ocquier et un peu au nord-est de cette localité, à environ 150 m. du croisement du vieux chemin de Bende et de la route d'Amas vers Atrin.

Parmi le nombre assez considérable d'espèces recueillies dans cet étage et dans cette localité, je me borne à signaler celles qui ne figurent pas dans mes listes antérieures [1].

Ce sont :

Petalodus Hastingsiæ, Owen,
Aviculopecten Bouei, de Verneuil,
Entolium Witryi, De Koninck,
Productus costatus, Sowerby,
Productus scabriculus, Martin,
Spirifer grandicostatus, M'Coy,
Athyris globularis, Phillips,
Lingula aff. mytiloides, Sowerby.

***

Le calcaire noir (*V1a*) de Pair (Clavier), réexploité maintenant vers l'entrée de la carrière, c'est-à-dire du côté opposé à celui dont M. G. Dewalque a dressé la coupe en 1893 [2] m'a paru se rapprocher très fort du n° 3 de cette

[1] *Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. XXIII, p. XXI; *Ibid.*, t. XXVIII, p. 49.
[2] *Ibid.*, t. XX, p. LXXIII.

coupe; comme lui, il est noir, compact et schistoïde, sans cherts ; mais il est moins fossilifère, cependant. C'est l'argile noir grisâtre, intercalée entre les joints de stratification et abandonnée sur place aux intempéries de l'air qui, cette année encore, m'a permis de récolter de nombreux fossiles silicifiés et très bien conservés. Parmi ces espèces, quinze ne figurent pas dans les listes de fossiles de cette localité, que nous avons publiées [1] :

Cyrtoceras cinctum, Münster.
Naticopsis globosa, Hœninghaus.
Polyphemopsis cf. minutus, De Koninck.
Worthenia egregia, De Koninck.
Capulus sp.
Aviculopecten interstitialis, Phillips.
Conocardium inflatum, M' Coy.
— *inarmatum*, De Koninck.
Productus margaritaceus, De Koninck.
Spirifer ventricosus, De Koninck.
Spiriferina octoplicata, Sowerby.
Streptorhynchus crenistria, Phillips., *var. caduca*, M' Coy.
Retzia intermedia, De Koninck.
Platycrinus lævis, Miller.
— *ornatus*, M' Coy.

Ces 15 espèces, jointes aux 127 autres déjà renseignées, portent le nombre des fossiles recueillis dans cette carrière à 142.

*
* *

Je signalerai également quelques espèces rencontrées à différents niveaux du petit-granite du Condroz, et qui ne

(1) *Ibid.*, t. XX, p. LXXIII ; t. XXI, p. 287 ; t. XXIII, p. XXXIII ; t. XXV, p. XXXIV ; t. XXVI, p. XLVIII (1893-1900).

figurent pas dans la liste de fossiles de cet étage que j'ai publiée en 1892 ([1]).

Dans la carrière de MM. Denis et C[ie], à Ouffet (*T2b*), actuellement abandonnée, j'ai rencontré :

Dent de poisson.
Serpula aff. archimedis, De Koninck.
Dielasma (*Terebratula*) *corrugatum*, De Koninck.
Spirifer goldfussiana, De Kon. = *Sp. Urii*, Fleming.
Amplexus coralloides, Sowerby.

*
* *

Dans une carrière récemment ouverte et actuellement abandonnée, au nord-est de Les Avins (*T2b*), j'ai rencontré:

Goniatites belvalianus, De Koninck.
Productus keyserlingianus, De Koninck.
Amplexus cornu-arietis, De Koninck.

*
* *

Dans l'argile surmontant les bancs d'une carrière de petit-granite (*T2b*) de la Société anonyme de Merbes-le-Château, située à Comblain-au-Pont, M. P. Fourmarier, a recueilli un bon nombre de fossiles dont il a bien voulu me confier la détermination. Ils sont tous silicifiés et bien conservés ; quelques brachiopodes sont très intéressants, à cause de leurs spires, mises à découvert par la disparition des deux valves ou d'une partie de celles-ci.

Six de ces espèces ne figurent pas dans ma liste prémentionnée ; ce sont :

Chonetes elegans, De Koninck.
Athyris membranacea, De Koninck.
— *aff. ambigua*, Sowerby.
Schizostoma crateriforme, De Koninck.
Zaphrentis Konincki, Edwards et Haime.
— *cylindrica*, Scouler.

([1]) *Ibid.*, t. XXX, p. 71.

*
* *

Dans l'une des carrières de MM. Hoyoux frères, située à 25 mètres à l'ouest de la route d'Ocquier à Méan, un peu au sud-ouest des dernières maisons de Chardeneux, vers Méan (*T2b* ou *T2a*), j'ai rencontré :

Spiriferina octoplicata, Sowerby.
Spirifer sp. (figuré, non décrit. *Ann. Musée d'hist. nat. Brux.*, t. XIV, pl. 23. fig. 11).
Zaphrentis Guerangeri, Edwards et Haime.
— *patula*, Michelin.
— *edwardsiana*, De Koninck.

*
* *

Dans une carrière abandonnée, située au sud-ouest d'Ouffet, entre le Famennien supérieur et le petit-granite exploité (*T2b*), se trouve un calcaire fin, très siliceux, avec nombreux cherts, considéré comme la base du Calcaire carbonifère (*T1a*), j'ai rencontré une dizaine d'espèces, dont 8 sont déjà signalées; les deux nouvelles sont :

Zaphrentis cyathina, De Koninck.
Spirifer cf. glaber, Martin.

La majeure partie de ces fossiles, sauf pour la dernière carrière, ont été rencontrés dans l'argile jaune supérieure, en compagnie de nombreux autres, déjà signalés dans ma liste antérieure.

L'assise de Comblain-au-Pont (*Fa2d*), du Famennien supérieur de Bois-de-Mont (Clavier), m'a fourni encore assez bien d'espèces. Elles ont été rencontrées à environ 100 mètres au nord de l'ancien gîte, situé dans le vieux chemin longeant ce bois au Nord, dans une plantation de bois récente, dans laquelle quelques petits fossés avaient

été creusés. La surface de ces schistes psammitiques était très décomposée ; mais en déblayant un peu le fond des fossés, j'ai pu en extraire quelques feuillets assez bien conservés et très fossilifères, renfermant une quinzaine d'espèces, dont dix ne figurent pas dans mes listes antérieures [1].

Tous les lamellibranches cités dans cette liste et dans les suivantes, ont été déterminés d'après J. Hall. *Nat. Histor. of New-York. Palæontology*, vol. V, part I. *Lamellibranchiata*, I and II, 1884-1885. Pour éviter de rappeler, après chaque espèce, le titre de cet ouvrage, je n'indiquerai que les numéros des planches et des figures :

Coleolus aciculum, Hall, 1879, vol. V, pt. II, pl. 32, fig. 11-15 et 16 ?
Streptorhynchus umbraculum, Schlotheim.
Rhynchonella cf. triæqualis, Gosselet.
Chonetes setigera, Hall, vol. IV, pt. VI, pl. 22, fig. 1-5.
Palæoneilo cf. sulcatina, Conrad. (Hall, pl. 50, fig. 42-46).
Palæoneilo constricta, Conrad, *var. flexuosa*, Hall, pl. 68, fig. 17-20.
Aviculopecten patulus, Hall, pl. 7, fig. 32-33.
Ptychopteria lobata, Hall, pl. 85, fig. 37.
— *galene*, Hall, pl. 85, fig. 29-31.
Sphenotus clavulus, Hall, pl. 66, fig. 20-26.



L'assise (*Fa2c*) ou (*Fa2d*), représentée près d'une fontaine alimentaire au nord-est du village de Méan, m'a

(¹) *Ibid.*, t. XXVII, p. CLVI ; t. XXVIII, p. 23.

fourni aussi quelques espèces rares et très bien conservées, parmi lesquelles je citerai :

Entomis sp. nov.
Aviculopecten rugæstriatus, Hall, pl. 7, fig. 8-11.
Ptychopteria salamanca, Hall, pl. 23, fig. 17-20.
Productus murchisonianus, De Koninck (*Strophalosia productoides*, King).

*
* *

Lors de deux excursions que j'ai faites, dans le courant de cette année, dans la tranchée de la route de Liége à Durbuy, située à La Hesse (Tohogne), quelques bancs schisteux de l'assise de Souverain-Pré (*Fa2a*), devenus gris ou jaunâtres par altération, m'ont encore fourni d'assez nombreuses espèces rares, n'ayant pas encore été signalées dans cette assise [1] :

Os de poisson.
Crinoïdes (racines) ou Ophiures ?
Palæoneilo constricta, Conrad, *var. flexuosa*, Hall, pl. 48, fig. 17-20.
Crenipecten cf. obsoletus, Hall, pl. 9, fig. 19-21.
— *impolitus*, Hall, pl. 9, fig. 14; pl. 83, fig. 10.
Pterinopecten crenicostatus, Hall, pl. 8, fig. 3 et 4; pl. 82, fig. 14.
Pararca aff. transversa, Hall, pl. 70, fig. 12, 14 et 15.
Cardium palmatum, Goldfuss (*Glyptocardia speciosa*, Hall, pl. 70, fig. 2-9; pl. 80, fig. 10).
Leptodesma protextum, Conrad (Hall, pl. 25, fig. 7 et 11; pl. 91, fig. 22-25).
Leptodesma mytiliforme, Hall, pl. 26, fig. 7, 11; pl. 91, fig. 22-25.
Ptychopteria eucrate, Hall, pl. 23, fig. 24; pl. 85, fig. 27 et 28.

[1] Voir *Ibid.*, t. XXVI, p. LVI; t. XXVII, p. CLVI; t. XXVIII, p. 23.

Ptychopteria sao, Hall, pl. 23, fig. 16, 23; pl. 85, fig. 14, 18.

Spirifer mesastrialis, Hall, vol. IV, pt. VI, pl. 40 (*aff. Sp. granulifera*, Hall. *Ibid.*, pl. 36).

Rhynchonella aff. letiensis, Gosselet.

Thamniscus sp., Hall, 1887, vol. VI, pl. 22.



L'examen des listes ci-dessus met en lumière un fait qui mérite d'être signalé, c'est la grande analogie que présente la faune du Famennien supérieur du Condroz, avec celle des groupes de Chemung et de Waverly de l'Amérique du Nord, principalement en ce qui concerne les lamellibranches et les poissons.

Aviculopecten duplicatus, très commun à La Hesse (Tohogne) et en d'autres points, dans l'*assise de Souverain-Pré (Fa2a)*, est caractéristique des grès et schistes grossiers de l'*étage de Portage*, partie inférieure du groupe de Chemung.

Spirifer mesastrialis, dont j'ai rencontré deux spécimens, au même niveau, à La Hesse, a également été trouvé dans les couches de la base du même groupe, dans les comtés de Delaware (New-York), de Cortland (à Cortlandville) et de Tioga.

Le groupe de Waverly, surmontant le précédent, aux Etats-Unis, est formé de deux *étages*, dont l'inférieur, les grès rouges *de Catskill*, contient une faune et une flore entièrement dévoniennes, caractérisées par *Holoptychius americanus, Cyclopteris minor* et *Sphenopteris flaccida*, faisant penser à l'*assise d'Evieux* (*Fa2c*), tandis que le *supérieur* renferme une faune mixte d'espèces dévoniennes et carbonifériennes, comparable à celle de notre *assise de Comblain-au-Pont* (*Fa2d*).

M. J.-S. Newberry, examinant, en 1888, lors de son

passage à Liége, l'importante collection de restes de poissons fossiles, récoltée par M. le professeur M. Lohest et par moi-même, à différents niveaux de nos psammites du Condroz, principalement dans l'assise d'Evieux, exprimait déjà l'avis que ces psammites pourraient bien correspondre au groupe de Chemung, contenant également de nombreux débris de poissons, appartenant, notamment, aux genres *Holoptychius*, *Botryolepis*, *Dipterus* (*Ctenodus*) et *Dinichthys*; plusieurs espèces sont, selon lui, communes aux deux formations [1].

Il n'est pas non plus inutile de rappeler que M. J. Gosselet [2] a également mentionné, en 1888, dans les listes de fossiles du Famennien inférieur et supérieur, un certain nombre d'espèces de lamellibranches, décrites dans les publications concernant les Etats-Unis.

Laboratoire de géologie de l'Université de Liége,
décembre 1903.

(1) Voir, sous ce rapport, la note du bas de la page 98 et l'indication du gisement de plusieurs espèces, dans l'ouvrage de M. J.-S. NEWBERRY, Palæozoïc Fishes of North America. *Monographs of the U. S. Geological Survey*, vol. XVI, 1889, in 4°.

(2) J. GOSSELET. L'Ardenne, pp. 539-542, 1888.

Sur la figuration des failles transversales dans le bassin houiller du nord de la Belgique.

Réplique à la réponse de M. H. Forir,

PAR

Emile HARZÉ (¹)

Je n'ai pas l'intention de perpétuer la question des failles du bassin houiller de la Campine. Mais je dois quelques mots de réplique à mon honorable contradicteur, au sujet de sa réponse concernant ma *figuration* de ces accidents géologiques.

Il y a lieu d'abord de remarquer que la représentation des failles, sur le plan et les coupes qui accompagnent mon mémoire, ne constituent guère que des croquis, ayant pour but essentiel de faciliter la compréhension du texte. Si le passage d'une faille entre deux sondages me paraît probable, je l'indique ; mais le point de ce passage n'est pas pour cela précisé.

Attribuer aux divers tracé des failles un caractère de précision bien établie, ce serait demander ce que l'état de nos connaissances ne permet pas de donner. Néanmoins, afin d'être mieux compris, j'ai cru pouvoir recourir au langage universel de l'ingénieur : le dessin. Je suis, d'ailleurs, assez coutumier d'user de cette facilité.

(¹) Communication annoncée et en partie exposée à la séance du 20 décembre 1903.



Premier point. D'après mon honorable contradicteur, en Westphalie et dans le Limbourg néerlandais, les courbes de niveau du Primaire ne seraient pas en un certain rapport avec les allures des couches. A la vérité, j'eusse dû dire avec l'allure de la limite du Houiller.

Sur ce point, je me borne à renvoyer mes confrères à la carte qui figure dans le mémoire de MM. P. et M. Habets, publié dans la *Revue universelle des mines*, livraison de mars 1903 et qui a été reproduite dans les *Annales* de notre Société. Ils y verront que, considérée dans son allure générale, la limite du Houiller productif est en rapport avec les courbes de niveau avoisinantes, tant en Westphalie, à partir de Dortmund, qu'en face du Limbourg néerlandais, à l'ouest de Gladbach et de Juliers [1]. Ces courbes vont même jusqu'à dessiner le promontoire de Straeten et le golfe d'Eschweiler. Et si, à l'intérieur du Limbourg néerlandais, l'harmonie est rompue en ce qui concerne l'allure des couches, il convient de considérer que ces dernières y sont découpées par tout un faisceau de failles très rapprochées les unes des autres [2].

Il y a lieu de remarquer aussi, que mon observation a été présentée dans un sens non absolu. Que l'on veuille bien, sous ce rapport, lire mon travail.

[1] A l'est de Dortmund, c'est la seule limite du Houiller improductif qui est en rapport avec les courbes de niveau ; il en est de même de la limite du Dévonien.

[2] M. Forir m'ayant fait connaître, *depuis*, que les courbes de niveau du Primaire, tant sur sa carte que sur celle de MM. P. et M. Habets sont inexactement tracées, non toutefois en Westphalie, mais dans le territoire prussien à l'est du Limbourg hollandais, il y a lieu d'attendre la carte rectifiée qu'annonce notre savant et laborieux confrère. Cette inexactitude, M. Forir m'apprend l'avoir déjà révélée lors de la présentation de sa carte, en disant, notamment, que la figuration qu'elle contenait n'avait d'autre objectif que de donner une idée *générale* du relief du sol.

On conviendra que, si la nouvelle carte devait me donner tort, je serais bien excusable de ma partielle erreur.

*
* *

Deuxième point. Je rappellerai ici que, sans abandonner l'hypothèse du relèvement du Houiller, en pente continue, vers l'Ouest — c'est en ces termes que je me suis exprimé dans mon mémoire — j'ai été amené à préférer celle des failles qui découperaient la formation houillère en de larges paliers étagés les uns sur les autres ; ce qui ne veut pas dire que, dans le sens de l'Est à l'Ouest, il n'y ait une certaine monte des strates, d'une faille à la suivante. Dans tous les cas, pour ce qui est de la région anversoise, les inclinaisons des strates, telles qu'elles dérivent de l'ensemble des sondages, apparaissent comme devant être généralement faibles ou nulles, notamment dans la partie centrale ou de Norderwyck.

Ce qui a été dit, et ceci en l'absence de toute mention relative à cette faiblesse des pentes, mais en présence des expressions « déplacements énormes, atteignant plusieurs kilomètres du Calcaire carbonifère » expressions comprises erronément dans un sens absolu, c'est que l'on avait paru confondre les raccordements presque horizontaux des parties déplacées aux deux côtés des différentes failles, avec les amplitudes normales des ressauts. Aujourd'hui, M. Forir, tout en relevant le malentendu, traduit ces raccordements ou *rejets horizontaux* en déplacements verticaux. On voit déjà, par les résultats des calculs auxquels s'est livré le savant géologue, l'énorme différence qui existe entre ces deux éléments.

Toutefois, les déplacements dans le sens vertical sont considérables. Aussi, à la séance du 20 décembre dernier, ai-je opposé les réserves les plus expresses aux bases des calculs de mon estimable confrère et, notamment, pour ce qui était relatif aux inclinaisons des strates. Il me parut aussi que certaines particularités d'ordre géométrique n'avaient pas été suffisamment envisagés.

Ce sont ces réserves qui justifient la suite de la présente note.

Mon honorable contradicteur a reporté à l'affleurement hypothétique du Houiller, au point de recoupe de chacune des failles, la moyenne des inclinaisons des strates houillères des sondages qu'avoisine la faille considérée. Ces inclinaisons, il les a relevées dans les coupes publiées aux *Annales des Mines de Belgique.*

C'est là une méthode hasardeuse, pour autant qu'on lui demande des résultats quelque peu précis, vu la distance de ces sondages à l'affleurement, laquelle varie de 10 à 19 kilomètres pour les plus rapprochés. Dans un tel intervalle, bien des modifications dans les inclinaisons ont pu se produire, à part l'existence d'ondulations et même de failles longitudinales.

On remarque que, par sa méthode, M. Forir est arrivé à attribuer, à l'affleurement du Houiller, des pentes assez diverses.

Certainement, mon estimable confrère n'a usé de cette méthode que par défaut d'en pouvoir employer une autre. Mais il n'en est pas moins vrai que les résultats à en attendre, pour le but poursuivi, sont très problématiques. Voilà ce qu'il importe de dire.

Je ne ferai pas, par le menu, la critique de ces résultats.

Je commencerai par faire remarquer que les deux premières failles coupent *très obliquement* les allures des couches. Elles sont donc *loin d'être dans les lignes des plus grandes pentes*, relevées aux coupes des sondages. Aussi, dans l'application de la méthode de M. Forir, celles-ci devraient-elles rationnellement subir de fortes réductions.

La troisième passe au voisinage immédiat du seul sondage n° 34 (à 19 kilomètres de l'affleurement), et parce que les seules inclinaisons indiquées à ce sondage sont de 34,

12 et 60 degrés (inclinaisons très accidentelles et locales), mon honorable contradicteur a adopté 12 degrés pour l'inclinaison de l'affleurement du Houiller.

La quatrième passe entre les sondages n° 36 et n° 37, où les inclinaisons sont nulles ou presque nulles sur toute la hauteur du Houiller traversé; mais, passant plus au Sud, à l'ouest du n° 33, où, sur une hauteur de 242 mètres, une seule inclinaison (5 degrés) a été indiquée, c'est cette inclinaison qui a servi aux calculs de M. Forir. Notons encore que, pour les inclinaisons presque nulles, le sens de la pente n'est que présumable.

Il est à noter qu'entre la deuxième et la quatrième faille, les allures des couches approchent tellement de l'horizontalité qu'elles m'ont paru graphiquement indéterminables.

J'arrive à la cinquième faille, la plus caractéristique par son importance.

Bien qu'en réalité, sa position précise soit indéterminée, je l'ai fait passer à 2 000 mètres à l'est du sondage de Kessel (n° 38) et à 9 000 mètres à l'ouest de celui de Norderwyck (n° 39). Les allures des couches qu'elle traverse participent rationnellement des inclinaisons relevées en ces deux points; et, en l'absence d'autres éléments d'appréciation, il y a lieu d'établir cette participation, en raison inverse des distances.

Pour arriver à son déplacement vertical de 1 518 mètres, soit près de 1 500 mètres dans le sens normal, M. Forir envisage un raccordement ou rejet horizontal de 10 240 mètres de l'affleurement et une pente de 9 $^1/_3$ degrés, moyenne des inclinaisons des strates du Primaire, telles qu'elles ont été relevées au sondage de Kessel.

Or, sur les 130 mètres du Primaire traversés à Kessel, il n'y a aucune indication de l'espèce pour les 53 premiers mètres; les 44 mètres suivants présentent une inclinaison moyenne de 6 $^8/_{10}$ degrés et les 33 derniers mètres une

pente également moyenne de 12 $^{6}/_{10}$ degrés. C'est ce qui m'a fait dire, dans mon mémoire, que cet accroissement des inclinaisons en profondeur, était l'indice de l'existence d'une voûte dont j'ai même esquissé le retour sur le plan accompagnant mon travail. Il est donc extrêmement présumable que la pente moyenne afférente aux 53 premiers mètres se trouve encore bien en dessous de celle des 44 mètres suivants, ce qui abaisserait singulièrement la moyenne géométrique des inclinaisons de tout l'ensemble. Et notons qu'au plan de la faille, il y a lieu de tenir compte, ainsi qu'il a été dit, d'un nouvel affaiblissement de cette moyenne, affaiblissement qui serait d'autant plus sensible que l'on déplacerait quelque peu le dit plan, pour le rapprocher du sondage de Norderwyck.

On voit encore ce que deviendrait la méthode de M. Forir si l'on s'était borné, à Kessel, à reconnaître le Primaire sur une cinquantaine de mètres et même si, pour déterminer l'allure des strates en ce point, immédiatement sous la surface du Primaire, on prenait la moyenne des trois premières inclinaisons relevées sous la profondeur des 53 premiers mètres.

Subsidiairement, j'ajouterai les considérations suivantes à cette critique de la méthode :

a) Dans leur belle étude paléontologique du bassin de la Campine (*Ann. des mines de Belg.*, t. VIII, p. 1185), MM. P. Fourmarier et A. Renier disent que, dans le cas de roches à stratifications irrégulières, il faut se défier des inclinaisons accusées par les sondages.

b) Les déviations sont fréquentes dans les sondages, surtout en roches dures et elles se produisent d'ordinaire dans le sens de la pente des strates, ce qui a pour effet d'exagérer les indications de cette dernière [1].

[1] Ainsi, lors du fonçage par la congélation du puits n° 1 de la mine de fer d'Auboué (Meurthe et Moselle), malgré les précautions prises et les tentatives de

c) D'après ma conception, le sondage de Kessel se trouve à proximité d'une selle dont la position et le retour ne peuvent être bien définis. Il se peut donc, que les lignes de plus grandes pentes se trouvent dans des plans verticaux, différents de celui de la faille.

Mais ce qui me paraît devoir renverser radicalement l'argumentation de mon honorable contradicteur, c'est que, faisant abstraction de ce retour au sud de Kessel, il assimile les pentes du calcaire extrême Sud au NE. de Malines, avec celles du calcaire qui émerge dans la dite localité de Kessel.

Nous avons dit expressément, dans notre mémoire, que l'hypothèse des failles n'exclut pas celle des ondulations. Mais cette déclaration aura échappé à M. Forir.

En fait, le rejet horizontal du faisceau des couches à 20 °/o de matières volatiles que nous avons fait figurer entre Kessel et Vlimmeren, *dans les allures aplaties*, n'avait été évalué qu'à 6 000 mètres, ce qui impliquait déjà la simultanéité des deux hypothèses. Lors de la correction de l'épreuve de la planche, je l'ai réduit à 5 000 mètres, pour mieux tenir compte de la deuxième.

M. Forir, en terminant sa réponse, fait observer que des failles aussi importantes que celles indiquées dans ma carte, eussent dû interrompre la continuité des courbes de niveau de la surface du Primaire. Je crois d'abord avoir démontré, qu'il y a lieu de réduire l'importance attribuée par M. Forir à ces accidents géologiques.

En ce qui concerne la faille de Kessel, dont le ressaut reste considérable, rien ne serait plus aisé, pour satisfaire

redressement des trous de sonde, sept sur trente-et-un, pour une profondeur de 140 mètres durent être abondonnés, en raison de fortes déviations. Parfois même, celles-ci constituent des coudes brusques (voir la notice de MM. Cavallier et Daubiné). C'est peut-être à ces circonstances qu'est due la difficuté d'orientation des *témoins* dans les sondages.

au point signalé par mon savant confrère, de modifier mes courbes, entre la quatrième et la cinquième faille, et de les mettre mieux en harmonie encore avec les courbes accidentées de Bruxelles, telles qu'on les trouve sur les cartes originelles, publiées dans les *Annales de la Société*, t. XXVI. Il m'eût même suffi, pour cela, de maintenir le tracé de précédents essais de carte [1]. Mais il surgit ici une question préalable de chronologie géologique, que je crois discutable.

En terminant cette réplique, je constate que la cause du différent gît essentiellement dans ce fait, que M. Forir a cru voir, dans mon mémoire, un caractère de précision que l'état de nos connaissances ne me permettait pas de lui donner, sans témérité ; elle gît aussi dans cette circonstance, qu'il n'a pu prendre, de ce travail inédit, qu'une connaissance incomplète.

Bruxelles, le 10 Janvier 1904.

[1] En même temps que cette note, je transmets à M. Forir, en communication, un de ces essais, pour son édification personnelle.

---

16 JANVIER 1904.

Une grotte dans le Calcaire carbonifère, à plus de deux cents mètres de profondeur,

PAR

Emile HARZÉ [1].

—

(Pl. VI.)

—

Une récente discussion sur les cavernes a réveillé en moi un ancien souvenir, datant de 1871, celui de la rencontre, en profondeur, à la mine métallique d'Engis, d'une énorme excavation naturelle dans le Calcaire carbonifère.

Le cas m'avait paru si curieux que j'en parlai à plusieurs géologues ; mais, bien que considéré comme intéressant, il ne tarda pas à être perdu de vue.

La Société géologique n'existait pas alors, sinon elle eût pu l'enregistrer et, sans doute, des investigations qui ne sont plus possibles aujourd'hui, eussent été utilement provoquées.

Une esquisse des gisements de la mine d'Engis, est ici nécessaire.

La figure 1 de la planche VI est une coupe par un plan horizontal passant à 80 mètres en dessous de l'orifice du puits du *Dos*. Ce plan, auquel on peut assigner une cote de + 70 m. par rapport au niveau de la mer, correspond au niveau d'écoulement artificiel des eaux de la mine à la Meuse.

[1] Communication faite à la séance du 20 décembre 1903.

Le développement de la dite représentation graphique est de 3 à 4 kilomètres.

Les gisements métalliques d'Engis se présentent en deux lignes sensiblement parallèles, distantes l'une de l'autre d'environ 200 mètres.

La première n'est autre que le contact du Houiller avec le Calcaire carbonifère supérieur. On y rencontre, de l'Ouest à l'Est, l'amas de la *Mallieue*, l'amas du *Dos* et celui des *Fagnes*.

La seconde, caractérisée par une suite de bassins de sable, se trouve au contact du même Calcaire supérieur avec la dolomie carbonifère inférieure ou calcaire magnésien.

Certains de ces bassins de sable ont été reconnus en profondeur comme offrant un peu de matières métallifères, mais ce n'est qu'à l'Est, où passe le vallon transversal des Awirs, qui aboutit à la vallée de la Meuse, que l'on a rencontré et exploité des amas assez importants. Ces derniers, désignés sous la dénomination de gîtes des *Awirs*, sont au nombre de trois et plongent vers l'Est.

Les différents gîtes de la mine d'Engis ont sensiblement la même composition. Ils renferment du zinc, du plomb et du fer, à l'état d'hydrates ou de carbonates, à la partie supérieure et de sulfures, en profondeur.

Il est à remarquer que deux filons plombeux, sensiblement parallèles, et obliques aux strates, partent de la première ligne respectivement au Dos et aux Fagnes et atteignent la seconde. Ils s'appauvrissent en profondeur, au point que la matière remplissante n'est bientôt plus que du carbonate de chaux.

A la Mallieue, on constate, dans une direction parallèle à celle des filons, des roches fissurées et dolomitiques.

Je donnerai quelques renseignements sur l'aménagement de la mine.

Deux galeries d'écoulement et de transport ont leur oeil au fond de la vallée de la Meuse, à un niveau un peu supérieur à celui des crues ordinaires du fleuve; elles aboutissent, l'une, au gîte de la Mallieue, l'autre, à celui de Dos. Lors de très fortes crues, on était obligé de les barrer par des digues.

Dans la galerie du Dos, on remarque le passage de la couche d'oligiste oolithique, famennienne, de la province de Namur, mais réduite à quelques centimètres.

Cette galerie pénètre, au contact de la dolomie avec le calcaire supérieur, dans un très large bassin de sable aquifère, dont le niveau hydrostatique était sensiblement supérieur à celui de la vallée de la Meuse. Pour traverser ce sable mouvant, il fut fait usage de la méthode dite des picots. Le front de la galerie était entièrement garni de longs pieux horizontaux, que l'on avançait à coups de masse, alors que les parois latérales étaient garnies de palplanches que suivait la maçonnerie.

La galerie, après un certain rejet dans le gîte, fut poursuivie dans le charbonnage de Bon-Espoir, appartenant, comme la mine métallique, à la Société de la Nouvelle-Montagne, de sorte, qu'à l'oeil de la galerie, on voyait sortir des rames de minerais et des rames de charbon.

Pour l'exhaure des eaux, le gîte des Fagnes fut mis en relation, en profondeur, avec celui du Dos, où fonctionnait une machine d'épuisement, par des galeries creusées dans une ou plusieurs veinettes de charbon.

Quant aux gîtes des Awirs, le vallon de ce nom en facilitait l'accès; mais on eut à se mettre en garde contre les eaux du ruisseau.

Bien qu'il y eût un exhaure assez onéreux, l'abondance des eaux n'a jamais été en rapport avec le développement des travaux. Il faut attribuer cette heureuse circonstance à l'existence d'une ceinture de schistes et de psammites du

Dévonien supérieur, qui isolait la mine du calcaire dévonien et des eaux de la Meuse; par contre, cette même ceinture maintenait, dans les bassins de sable, le niveau hydrostatique relativement supérieur.

Il est à remarquer que, lorsqu'on poussait en profondeur, dans les deux filons, des galeries de reconnaissance vers les bassins de sable, ces galeries étaient munies de très solides portes-serrements que l'on fermait, le cas échéant, pour éviter le brusque envahissement de la mine par les eaux et le sable.

Le gisement qui nous intéresse ici particulièrement est celui du Dos.

Sur la planche, est figurée (fig. 1) la section horizontale du gîte au niveau d'écoulement; à côté (fig. 2), j'ai représenté la section, également horizontale, du même gîte, cent mètres plus bas.

Comme on le voit, l'amas se réduit ici à deux racines, ouest et est, lesquelles continuent à s'enfoncer en profondeur. Considéré dans le sens longitudinal, l'amas a la forme d'une gigantesque molaire humaine.

En déterminant une coupe verticale par un plan transversal passant par la racine orientale, on arrive à la figure principale (fig. 3) de la planche. L'échelle de cette coupe est cinq fois celle du plan général.

J'y ai supprimé la représentation de tous les travaux d'exploitation, sauf ceux d'accès, puits et travers-bancs, de coupe.
lesquels figurent par projection, n'étant pas dans le plan

Par suite de l'éloignement de plus en plus grand du gîte par rapport au puits du Dos, l'exploitation des deux racines, à partir de la profondeur de 180 mètres, s'est faite par un puits intérieur, muni d'un treuil mécanique.

Le gîte est ici représenté vierge, dans toute la partie exploitée par l'ancienne Société d'Engis et par celle de la

Nouvelle-Montagne. La partie tout-à-fait supérieure, non teintée, fut enlevée par les anciens mineurs du pays. Il y avait du plomb facile à extraire du minerai et de la calamine qui trouvait, sans doute, son utilisation dans la fabrication du laiton, industrie jadis en honneur sur les bords de la Meuse. Peu de gîtes miniers, dans nos régions, ont échappé aux fouilles superficielles des anciens.

L'examen de la coupe offre des détails intéressants. Ainsi, on remarque latéralement, au sommet du gisement, toute une partie de sable et, vers le haut de la masse des sulfures, une épaisse croûte de calamine qui tapisse la saillie d'un énorme bloc de calcaire.

J'arrive à la particularité qui, bien que ne réclamant qu'une courte description, est le point essentiel de la présente communication.

En explorant la paroi sud de la racine orientale du gîte, à l'étage de 205 mètres, paroi composée de carbonate de chaux cristallisé, on a trouvé, tout à coup, une excavation naturelle d'un grand développement.

Ainsi qu'il est représenté sur la planche, cette excavation fnt reconnue, dans la suite, comme ayant, suivant le sens des strates, un développement de 85 mètres et une largeur, dans le plan de coupe atteignant 15 mètres. Cette excavation constituait un long boyau, dont la section horizontale, au niveau de 205 mètres, telle que l'indique la dernière figure de la planche (fig. 4), était approximativement de 150 mètres carrés.

Certes, la Société exploitante eût préféré, à cet énorme vide, un épanchement du gîte ; mais l'art des mines ne perdant jamais ses droits, je me rappelle que ce boyau, après un second percement vers le haut, fut utilisé pour déterminer le circuit de la ventilation.

Son exploration était difficile. Lors de ma visite, l'excavation se trouvait remplie d'épaisses fumées de poudre et il

eût fallu établir des paliers et des échelles, pour la parcourir.

L'existence de cette grotte, à si grande profondeur et dans les circonstances qui ont été indiquées, soulève des questions auxquelles je m'abstiendrai de répondre. Ma communication est absolument d'ordre descriptif.

Parmi ces questions, se présente celle-ci : si l'excavation naturelle qui a été l'objet de cette communication est contemporaine du gîte, comment a-t'elle échappé au remplissage métallifère ?

Je ferai, cependant, un rapprochement, mais dans un tout autre ordre d'idées.

Toute la formation carbonifère est ici en dressant renversé. Si on la rabat dans sa position de dépôt, l'excavation calcareuse viendra se placer sous le Houiller, en faisant abstraction du gîte métallifère. Or, en supposant que l'excavation ait, en largeur, la même amplitude qu'en longueur, elle eût été capable de produire, dans le Houiller, un affaissement qui pouvait se propager jusqu'à des terrains moins anciens.

Ainsi se confirmerait certaine théorie expliquant la formation des puits naturels que l'on rencontre dans le Houiller du Hainaut et la descente du Wealdien avec ses iguanodons, au milieu des roches houillères de Bernissart.

Novembre 1903.

Note complémentaire à l'étude hydrologique du littoral belge,

PAR

René d'ANDRIMONT (1)

Il me paraît intéressant de résumer, en quelques mots, les opinions contradictoires qui se sont manifestées à la suite de mes publications sur l'hydrologie du littoral belge (2).

Cette note complémentaire a également pour but de relever certaines inexactitudes scientifiques, à l'aide desquelles ma manière de voir a été combattue et de faire connaître un travail (3) fort intéressant, qu'un de nos savants collègues de Hollande, M. Eug. Dubois, a publié à la suite de mes communications précédentes. Ce travail confirme plusieurs des hypothèses que j'avais émises et il me fournira l'occasion de dire quelques mots des causes et de la nature du mouvement de l'eau des couches aquifères, contenues dans les terrains meubles de nature plus ou moins homogène.

M. le baron O. van Ertborn m'a fait l'honneur de discuter mes notes à deux reprises, dans le *Bulletin de la Société*

(1) Communication faite à la séance du 21 février 1904.

(2) Note sur l'hydrologie du littoral belge. *Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. XXIX. Contribution à l'étude hydrologique du littoral belge. *Ibid.*, t. XXX.

Etude hydrologique du littoral belge, envisagé au point de vue de l'alimentation en eau potable. *Revue universelle des Mines*, 1903.

(3) Feiten ter Opsporing van de bewegensrichting en de oorsprong van het grondwater onzer zeeprovincien. *Verslag van de gewone Vergadering des Wis-en Natuurkundige Afdeeling* van 27 juni 1903.

belge de géologie (1). Je donnerai ici un aperçu des idées émises par notre savant confrère et je les discuterai brièvement.

I. — Dans ma première note, j'avais reproduit l'hypothèse, émise par M. Rutot (2), que la salure des eaux du Landénien pourrait être provoquée par le voisinage de la mer.

M. O. van Ertborn ne partage pas cet opinion. Après un examen du relief sous-marin, je crois également que l'on doit admettre que la profondeur de la mer du Nord est trop faible pour permettre au Landénien d'y affleurer en face de la côte belge; mais il n'en est pas de même un peu à l'Ouest, où le Crétacé est visible tant sur le littoral français que sur le rivage de la mer, en Angleterre. En outre, je suis loin d'admettre les autres arguments qu'il émet en faveur de ce qu'il avance.

D'après lui, jamais une source captive (artésienne) qui, à Ostende, a son niveau hydrostatique à la cote 12 (3), ne peut avoir son affleurement dans le lit de la mer.

Théoriquement parlant, ce principe est absolument faux. En effet, il suffit de supposer que l'affleurement de la nappe captive soit à 385 mètres (fig. 1) sous le niveau de la mer, dont l'eau a une densité plus forte, pour que la cote 12 soit atteinte. Cette profondeur de 385 mètres est un maximum, dans le cas où l'eau n'aurait aucun écoulement vers la mer et ne subirait, par conséquent, aucune perte de charge. Si un mouvement vers la mer se produisait, cette perte de charge devrait être déduite de la cote 12, et nous obtiendrions un chiffre inférieur à 385 mètres.

(1) Quelques mots au sujet de l'hydrologie de la côte belge. *Bull. Soc. belge de géologie*, t. XVI

La question des eaux alimentaires dans les régions dunales et poldériennes du littoral belge *Ibid.*, t. XVII.

(2) Les puits artésiens de Blankenberghe. *Ibid.*, t. II, 1888.

(3) Il s'agit de la côte mesurée à partir du niveau des basses eaux.

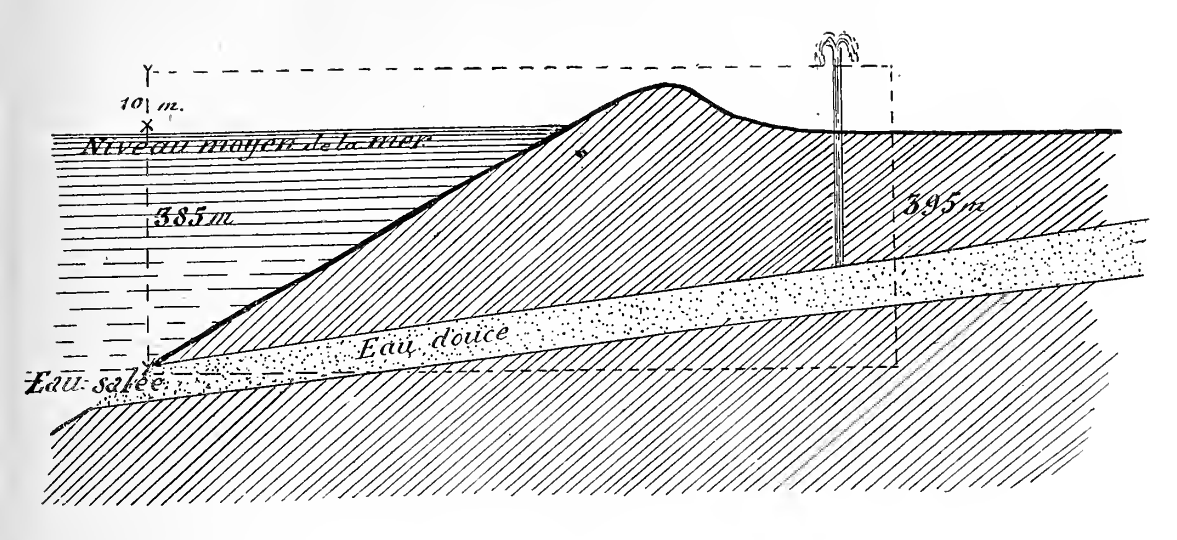


Fig. 1.

Je donnerai encore, pour preuve de ce que j'avance, le fait suivant : à Zandvoort, en Hollande, M. l'ingénieur R. Verbeek ayant fait placer une pompe à une distance assez grande de la plage, pour démontrer qu'il circule de l'eau douce en dessous d'une couche d'argile, l'eau jaillit à un niveau supérieur à celui de la mer ; le niveau de l'eau, dans le tube, oscillait avec les marées.



Un second argument de M. van Ertborn est que les sels en dissolution dans la nappe captive et sans écoulement du Landénien (Sparnacien lagunaire) ne sont pas les mêmes que ceux qui sont en solution dans l'eau de la mer. M. van Ertborn croit qu'il est probable que, à l'époque landénienne, des sources minérales, de salure spéciale, s'écoulaient dans les lagunes et que ces eaux en imprègnaient les dépôts.

Il me semble, cependant, que, pour supposer l'intervention d'un phénomène aussi spécial et survenant si à propos pour contaminer le Sparnacien, il faut qu'aucune autre hypothèse ne soit admissible.

Il est loin d'en être ainsi, pourtant, et il suffit de se rappeler les expériences si intéressantes de notre collègue

et ami M. Paul Fourmarier, sur le cheminement de sels minéraux solubles dans l'eau, au travers de masses argileuses [1], pour admettre que de grandes modifications peuvent se produire dans la proportion et la nature des sels en dissolution dans une nappe aquifère captive [2].

II. — Abordant un second point des notes que j'ai présentées, M. van Ertborn n'admet pas que l'eau douce du continent puisse flotter sur l'eau saumâtre profonde, de provenance marine, et il rejette cette explication du bombement considérable de la nappe aquifère des dunes. Selon lui, ce bombement s'explique tout naturellement, comme celui de toutes les nappes libres soumises à un drainage. A ce sujet, je me permettrai de faire remarquer à notre savant confrère que j'ai moi-même signalé qu'il est possible d'attribuer une partie de ce bombement à la cause toute simple, et si connue d'ailleurs, qu'il signale.

J'ai plusieurs raisons de croire, cependant, que la différence de densité joue un grand rôle dans la dénivellation en question. Je me bornerai à signaler ici deux observations spécialement démonstratives :

1° Un bombement important de la nappe aquifère des dunes s'observe, même aux endroits où l'altitude de la région dunière est insignifiante.

2° Des observations et des analyses très nombreuses d'eaux recueillies dans des puits de la région littorale hollandaise, faites par M. Eug. Dubois, à la suite de la publication de mon travail, et sur lesquelles je reviendrai, montrent clairement que la teneur en NaCl augmente

[1] Expériences sur la formation de certains conglomérats. *Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. XXX.

[2] Telle est également la these soutenue par M. Eugène Dubois, et appuyée par de nombreuses observations, dans un travail qu'il vient de me communiquer : Etudes sur les eaux souterraines des Pays-Bas. L'eau douce du sous-sol des dunes et des polders. *Archives Teyler*, série II, t. IX, 1re partie.

rapidement en profondeur et, qu'en général, la surface de séparation entre l'eau douce et l'eau saumâtre se rapproche du sol dans les zones où les eaux de la nappe libre sont déprimées et lorsqu'on s'avance vers la côte.

Ces deux observations confirment l'allure hypothétique que j'avais assignée à la surface de démarcation entre les eaux douces du continent et les eaux saumâtres de la mer (¹).

Après avoir démontré que les faits observés confirment entièrement cette hypothèse, il me paraît intéressant de reproduire l'argumentation que nous oppose notre savant confrère.

« Nous n'avions pas admis la théorie de M. Herzberg » qui considère l'eau douce comme flottant sur l'eau salée » comme un bouchon et attribuant à la différence de densité » des deux eaux, la cause de la différence de niveau existant » entre la nappe d'eau salée et la nappe d'eau douce. Nous » n'avons pas admis cette théorie à cause de son peu de » fondement. Une mer bordée de dunes est toujours très » peu profonde, soyons généreux et mettons quatre mètres, » ce qui est même exagéré, car avec cette minime profon- » deur, les bains ne seraient plus possibles. Nous nous » étions rappelé que Daubrée avait dit que, dans les dunes » de la Gascogne, l'eau douce s'élève à 15 et 20 mètres de » hauteur. Une colonne d'eau salée de 4 mètres ferait donc » contrepoids à une colonne d'eau douce de 20 mètres de » hauteur, d'après M. Herzberg. Un vrai travail de « com- » presseur » car la densité de l'eau douce étant de 1 000 et » celle de l'eau de mer de 1 027, une colonne d'eau de mer » de *quatre mètres* de hauteur ne peut faire contrepoids

(¹) Je reproduis ci-après les propres expressions de M. Dubois dans son travail : *Etudes sur les eaux souterraines des Pays-Bas.* « Il faudrait être frappé de cécité » pour les faits, comme quelques-uns l'ont été en effet, il y a à peine quelques mois, » pour ne pas voir que cette théorie peut être appliquée dans toute sa rigueur au » sol hollandais. »

» qu'à une colonne d'eau douce de *quatre mètres et* » *108 millimètres*. La différence est donc absolument » insignifiante. »

En ce qui concerne le passage que je viens de reproduire, j'ai la conviction qu'une distraction seule peut avoir amené mon honorable contradicteur à soutenir une thèse aussi contraire à la théorie des vases communiquants.

Il est incontestable que le fond de la mer est, en majeure partie, constitué de couches sableuses et M. van Ertborn lui-même admet que toutes les assises supérieures aux argiles yprésiennes sont absolument perméables.

Dans ces conditions, toute l'épaisseur de terrain, depuis le fond de la mer jusqu'à l'assise yprésienne, imperméable, est impregnée d'eau.

Pour que le calcul de M. van Ertborn puisse s'appliquer, il faudrait admettre que les quatre mètres d'eau saumâtre de la mer, flottent (!) sur l'eau douce, de densité inférieure, à l'encontre de toutes les lois de la pesanteur.

On ne peut donc admettre qu'une seule hypothèse : c'est que l'eau contenue dans le sous-sol de la mer est saumâtre (¹).

Dans ce cas, il est absolument évident que, pour obtenir une équation d'équilibre au point *A* (fig. 2), il faut abaisser

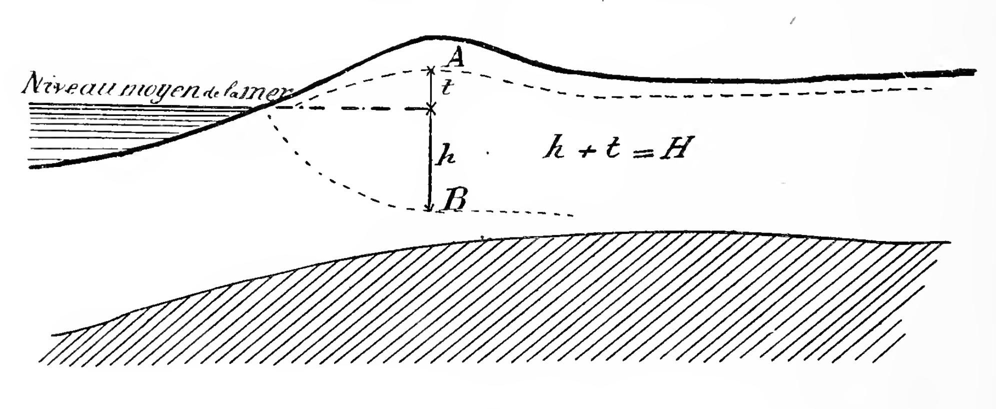


Fig. 2.

(¹) Il est entendu que cette affirmation ne concerne, en aucune façon, les nappes captives.

une verticale jusqu'à la rencontre de la surface de séparation des deux liquides de densité différente, en B; la hauteur H sera ainsi déterminée.

Une horizontale menée par la cote des moyennes eaux déterminera h.

Nous aurons donc l'équation que j'ai indiquée.

$$H = (h \times 1.026)$$
$$t = H - h = h \times 0.026$$
$$h = \frac{t}{0.026}$$

Ici encore, les observations de M. Eug. Dubois dans les dunes hollandaises confirment entièrement l'exactitude de cette formule. Dans les régions basses, où la hauteur t est peu considérable, le niveau des eaux saumâtres se rencontre à peu de profondeur, tandis que, dans les hautes dunes, cette profondeur est beaucoup plus considérable.

III. — M. van Ertborn cite également des chiffres que nous ne pouvons admettre. Il estime que le cube d'eau absorbé par les sables dunaux est de 2 à 3 mètres cubes par hectare-jour.

Un simple raisonnement fera comprendre que ces chiffres doivent être beaucoup trop faibles.

Nous remarquons, en effet, que plus un terrain est perméable en grand, c'est-à-dire plus les espaces compris entre les grains sont considérables, plus la proportion d'eau absorbée est importante.

Nous aurons ainsi une proportion d'eau absorbée décroissant depuis le gravier, composé de gros éléments, jusqu'au limon hesbayen, composé de grains impalpables.

Or, en ce qui concerne ce dernier, les installations du service des eaux alimentaires de la ville de Liége ont démontré une absorption de 3 à 4 mètres cubes par hectare-jour.

Le rendement des terrains sableux des dunes doit donc être plutôt supérieur à ce chiffre. D'ailleurs, M. Eug. Dubois renseigne, qu'en Hollande, l'observation a démontré que l'absorption d'eau est de plus de 50 °/₀, ce qui correspondrait, pour la Belgique, à 8 mètres cubes par hectare-jour.

Ce dernier rendement me paraît cependant exagéré et pourrait être invoqué à l'appui de la thèse que nous avons soutenue au sujet de l'écoulement des eaux souterraines de la région littorale vers la mer.

IV. — M. van Ertborn s'efforce ensuite de démontrer qu'aucune expérience de longue durée n'a été faite sur le débit de la nappe aquifère des dunes. Il suffit de citer quelques chiffres pour démontrer le contraire.

Les prises d'eau dans les dunes sont extrêmement répandues en Hollande; la première fut établie en 1853, pour l'alimentation d'Amsterdam. En 1900, environ un cinquième des villes pourvues d'une distribution prennent leur eau à cette source; je citerai, parmi celles-ci, Flessingue, Middelbourg, Delft, Leyde, Harlem, La Haye et Amsterdam.

Les 500 000 habitants de cette dernière ville sont alimentés par un cube journalier de 23 000 mètres cubes d'eau des dunes. La surface drainée est de 3 500 hectares.

V. — Parlant ensuite de la qualité des eaux contenues dans le sous-sol des dunes, M. van Ertborn estime qu'il serait dangereux d'établir des ouvrages captants en dessous du niveau de la mer, par crainte d'invasion d'eau marine ou d'eau polluée du continent.

J'ai déjà démontré le peu de fondement de la première de ces craintes. Quant à la deuxième, je crois qu'il n'est personne qui puisse prétendre qu'une filtration horizontale d'eau polluée, au travers du sable des dunes, ne purifie celle-ci après un trajet très peu considérable.

VI. — M. van Ertborn examine ensuite la question de captage et il préfère les galeries à un système de puits. J'ai suffisamment démontré, dans mes précédentes notes, la supériorité incontestable de ce dernier. Je me bornerai à répéter qu'un système de puits suffisamment rapprochés peut, théoriquement et pratiquement, fournir tout autant d'eau qu'une galerie et qu'il coûte infiniment moins cher.

Au sujet du projet de captage par puits filtrants, que j'ai toujours préconisé, notre honorable contradicteur dit encore : « Nous ne nous étendrons pas d'avantage sur ce » mode de captage des eaux, bien connu de tous les ingé- » nieurs qui s'occupent de la question ».

Je me permettrai de faire observer que la question n'est pas si bien connue que mon contradicteur veut le dire. Les échecs sont nombreux et, quant à leur cause probable, je renverrai aux notes que j'ai communiquées, à ce sujet, à la Société géologique, dans le courant de l'année dernière.

VII. — Enfin, pour terminer l'examen de la première partie du mémoire de notre savant collègue, je me vois forcé de relever quelques inexactitudes, en ce qui concerne les idées théoriques qu'il émet.

1. « Quand une nappe aquifère occupe un niveau plus » élevé que le fond d'une vallée ou de toute autre dépres- » sion, il y a toujours fuite et telle est l'origine de *toutes* les » sources que nous voyons sourdre dans les vallées ».

L'auteur oublie une catégorie de sources très importantes, celles qui proviennent de ce que la nappe aquifère est ramenée à la surface du sol par un affleurement de la base imperméable.

2. « Les argiles *et les limons* sont théoriquement per- » méables ; mais, pratiquement, il n'y a pas lieu de s'en » préoccuper dans la présente question ».

Notre honorable contradicteur oublie, sans doute, que les limons recouvrent tout le territoire drainé par les galeries alimentaires de la ville de Liége.

VIII. — Dans toute cette partie du mémoire de M. van Ertborn, il n'a pas été question de l'écoulement de la nappe aquifère dans le sens de la pente de l'assise yprésienne imperméable, c'est-à-dire vers la mer.

Dans la dernière partie de son travail, il met en doute cet écoulement lent de la nappe aquifère.

Il cite comme exemple, le cas du creusement des bassins du port d'Anvers et les travaux du port de Bruxelles, où l'on est parvenu à épuiser complètement une nappe aquifère et il voit, dans ce fait, la preuve de la lenteur de l'écoulement de l'eau dans ces nappes contenues dans un terrain perméable en petit.

Quant à moi, je ne vois rien là, qui soit de nature à infirmer l'opinion que j'ai émise. M. van Ertborn s'étonne de voir une excavation de douze mètres de profondeur et de quinze hectares de superficie, se maintenir à sec, mais il ne s'étonnera pas de voir presqu'à sec une vallée creusée en terrain perméable et aquifère, telle qu'il s'en rencontre de nombreux exemples; je ne vois pas en quoi peut différer le régime permanent qui s'établit dans une dépression naturelle et dans une dépression artificielle.

Il en eût été tout autrement et le débit se fût maintenu si, au lieu d'épuiser au fond d'une excavation, on eût drainé, par puits ou par galeries, l'eau contenue dans le terrain resté en place. Il ne faut pas oublier que, sur une surface de quinze hectares, l'évaporation joue un rôle très important.

Je pense que l'écoulement de la nappe aquifère est parfaitement démontré, parce que le littoral belge est presqu'entièrement dépourvu d'exutoires superficiels

vers la mer. L'eau, ne pouvant s'amasser indéfiniment dans les couches perméables du sous-sol et rencontrant une base imperméable, suit fatalement la direction que celle-ci lui impose.

IX. — Enfin, il reste un dernier passage du mémoire présenté par M. van Ertborn, que je ne puis admettre.

« Jusqu'à présent nous avions la naïveté de croire que » le caractère fondamental de toute nappe libre est de ne » pouvoir remonter et voilà M. Herzberg qui nous prouve » mathématiquement le contraire; avouons aussi que nous » sommes et restons absolument incrédule au sujet du » mouvement ascensionnel de l'eau dans les dunes ».

Cette affirmation de notre confrère ne prouve qu'une chose, c'est que la définition de la nappe libre, telle qu'il la conçoit, est fausse et je crois que la définition suivante, que je propose, embrasse tous les cas qui peuvent se présenter : « On appelle nappe aquifère libre, toute nappe ou partie de » nappe dont les eaux ne sont pas maintenues sous » pression par un toit imperméable qui la recouvre ».

Quant à la nappe libre des dunes, elle peut parfaitement être animée d'un mouvement ascensionnel.

Ce qui induit en erreur M. van Ertborn, c'est que cette nappe, dans le sous-sol des dunes, repose, non sur une base imperméable fixe, mais sur une base mobile (1).

Suivant l'épaisseur de la nappe d'eau douce, la base mobile s'élève ou descend, de telle manière que l'équilibre subsiste, et elle entraîne avec elle un mouvement, soit ascendant, soit descendant, de toute l'eau douce contenue dans le sous-sol.

La confirmation de cette hypothèse nous est fournie par les applications que M. Eug. Dubois a tirées d'un principe

(1) Les observations de M. Eug. Dubois sont concluantes à cet égard.

que j'avais signalé dans l'une de mes communications précédentes sur ce sujet : deux puits descendus à peu de distance l'un de l'autre, à des profondeurs différentes, dans une même nappe aquifère, peuvent nous donner des indications sur le mouvement des eaux, dans la direction de la verticale. Un niveau hydrostatique plus élevé dans le puits profond, indique un mouvement ascensionnel de l'eau et la différence des niveaux hydrostatiques marque la perte de charge que l'eau subit pendant le trajet entre la base du puits profond et celle du puits superficiel. Une dénivellation en sens inverse, indique un mouvement descendant de l'eau.

M. Eug. Dubois a relevé les niveaux hydrostatiques d'un grand nombre de puits. L'application du principe énoncé plus haut montre que, dans les parties basses des dunes, le mouvement est ascendant ; la nappe libre y est très rapprochée du sol, et les eaux deviennent saumâtres à peu de profondeur. Toute dépression dans la zone dunale permet à la nappe aquifère d'affleurer, pour ainsi dire, et il en résulte un appel d'eau produit, soit par draînage, soit par évaporation.

Conformément au principe que j'avais émis, un mouvement ascensionnel correspond à toute prise d'eau dans les dunes. Dans les hautes dunes, le contraire s'observe.

*
* *

Je suis convaincu que c'est de la meilleure foi du monde que M. le baron van Ertborn a combattu mes idées au sujet du régime hydrologique tout spécial des régions marines. Toute conception neuve et un peu hardie attire la critique et celle de notre savant confrère me fait le plus grand honneur.

Si je prolonge le débat par la présente note, c'est que plusieurs des idées théoriques émises par ce savant hydro-

logue me paraissent de nature à fausser les idées et que des faits nouveaux sont venus, depuis un an, confirmer les hypothèses que j'avais cru pouvoir émettre.

Note additionnelle sur le travail de M. Eugène Dubois :

Feiten ter Opsporing van de bewegensrichting en den oorsprong van het grondwater onzer Zeeprovinciën. *Verslag van de gewone vergadering des Wis- en Natuurkondige afdeling van 27 juni 1903.*

Cette étude porte principalement sur les plaines maritimes du nord de la Hollande, comprenant la région dunière. Des centaines de puits tubés, de toutes profondeurs, y ont été foncés dans ces dernières années. Le sous-sol est entièrement sableux, sauf quelques couches argileuses et limoneuses, peu épaisses et peu continues; les formations géologiques inclinent vers l'Ouest, c'est-à-dire vers la mer.

Les argiles que l'on rencontre sont plutôt limoneuses, car la proportion de silice y est très considérable; elle varie de 66 °/₀ à 100 °/₀. On rencontre également des couches de tourbe ; celles-ci, lorsqu'elles sont situées à peu de profondeur, emmagasinent de grandes quantités d'eau et régularisent l'infiltration en profondeur.

L'eau circule donc lentement, peut-être, mais librement, au travers de tous ces terrains.

L'auteur cherche à déterminer la direction de l'écoulement des nappes aquifères, par de nombreuses observations portant sur le niveau des puits profonds et superficiels.

Il montre d'abord, que la pression peut se communiquer rapidement au travers d'une masse sableuse aquifère. Il cite plusieurs exemples très intéressants.

1° Des observations faites le 27 avril 1903, après une semaine pluvieuse, montrent que le niveau de l'eau, dans des puits profonds, monte de 15 à 20 centimètres. Une semaine après, le niveau redescend de 6 centimètres dans tous les puits et ce n'est qu'après un mois de sécheresse, que l'eau reprend son niveau primitif.

2° Lorsqu'un tram circule sur le talus du chemin de fer du Watergraasmeer-polder, le niveau de l'eau, dans un puits tubé situé à 18 mètres de là et profond de 34.5 m. monte de 7 m/m.

3° M. Eug. Dubois a même observé que la pression barométrique fait varier de plusieurs centimètres le niveau de l'eau provenant des puits profonds. Ce phénomène peut s'expliquer parce que la pression se communique instantanément à l'eau d'un puits, tandis qu'il faut un certain temps pour qu'elle se transmette au travers des terrains surmontant la nappe aquifère.

4° Le niveau de l'eau, dans les puits, oscille avec les marées, jusqu'à 3 et 4 kilomètres de la mer. Une série d'observations faites par M. Eug. Dubois montre que le niveau des eaux d'un puits dont la base se trouve à la cote — **28.30**, situé à 350 mètres de la mer, monte de 0.30 m. à la suite de chaque marée. L'oscillation se produit avec un retard de 40 minutes sur la marée.

L'auteur cite ensuite une longue série d'observations démontrant que, dans les parties basses, le niveau de l'eau, dans les puits profonds, est supérieur à celui des puits superficiels. Le contraire se produit dans les hautes dunes. Conformément aux idées que j'ai émises, l'auteur en conclut que, dans le sous-sol des régions basses, le mouvement de l'eau est ascendant et que, dans les régions des hautes dunes, le mouvement est descendant.

Se rapportant ensuite à la forme extérieure de la nappe qui suit plus ou moins les ondulations du sol, l'auteur en conclut que l'eau des hautes dunes s'écoule vers les parties

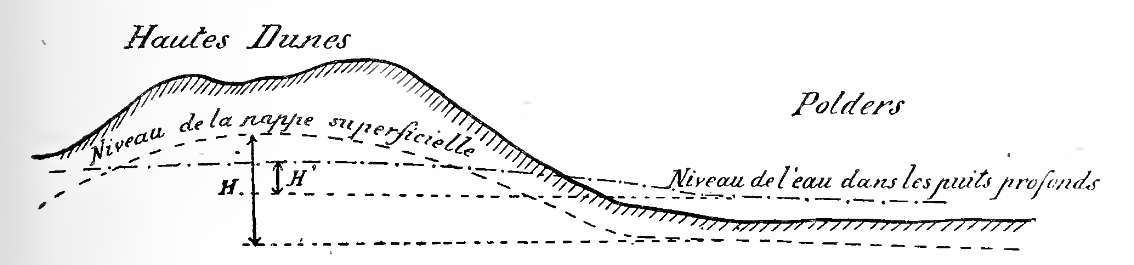
basses. Les observations de M. Eugène Dubois démontrent, en outre, que la surface de séparation entre les eaux douces et les eaux saumâtres, est plus rapprochée du sol dans les régions basses, ce qui confirme encore l'exactitude de la formule que j'ai préconisée.

Comme la teneur en sel de la partie superficielle de la nappe aquifère y est également beaucoup plus considérable, il est logique d'admettre que la base mobile d'eau salée, sur laquelle flotte la nappe superficielle et qui est à une profondeur peu considérable, cède de l'eau à celle-ci et contribue ainsi au mouvement ascensionnel général. Celui-ci peut se continuer indéfiniment, à cause du drainage et de l'évaporation qui affectent les parties basses et marécageuses.

Il résulte des observations précédentes et des chiffres cités par l'auteur, une déduction très importante et qu'il ne fait pas ressortir.

Je ne pense pas que l'on ait jamais comparé la vitesse d'écoulement de l'eau de la partie supérieure d'une nappe aquifère avec celle de la partie inférieure.

L'observation du niveau des puits profonds permet de résoudre le problème. La figure 3 le montre et il ressort clairement des chiffres cités par l'auteur, que ce mouvement est plus lent dans les parties profondes.



H. Perte de charge provenant de la circulation dans la partie supérieure de la couche aquifère

H' Perte de charge provenant de la circulation dans la partie inferieure de la couche aquifère

Fig. 3.

M. Eugène Dubois n'a pas observé d'écoulement vers la mer; mais je crois, cependant, que celui-ci existe et que l'écoulement général est masqué par le mouvement relatif de certaines parties des nappes aquifères vis-à-vis d'autres. M. Dubois lui-même a observé de puissants écoulements d'eau douce le long de la plage et il croit que, si un écoulement superficiel se produit, on doit en déduire l'écoulement d'une tranche d'une certaine épaisseur. Cette déduction est exacte et j'ai démontré, précédemment, qu'un écoulement en profondeur existe. D'ailleurs, la plage constitue une dépression et je crois que c'est grâce à celle-ci, que les eaux de la nappe aquifère remontent et parviennent à s'écouler dans la mer.

Le sens de l'écoulement d'une nappe aquifère libre ne dépend pas de sa forme extérieure, mais de la pente de l'assise imperméable, qui la retient.

Dans le cas actuel, on observe un écoulement des eaux de la zone dunale vers les parties basses.

Cet écoulement est, selon moi, parfaitement prouvé et je comparerai ces mouvements d'une partie de la nappe par rapport à une autre, aux remous que l'on aperçoit dans les eaux d'une rivière. L'écoulement général de celle-ci se fait dans le sens de l'inclinaison de son lit, mais des remous locaux permettent à certaines portions de l'eau de

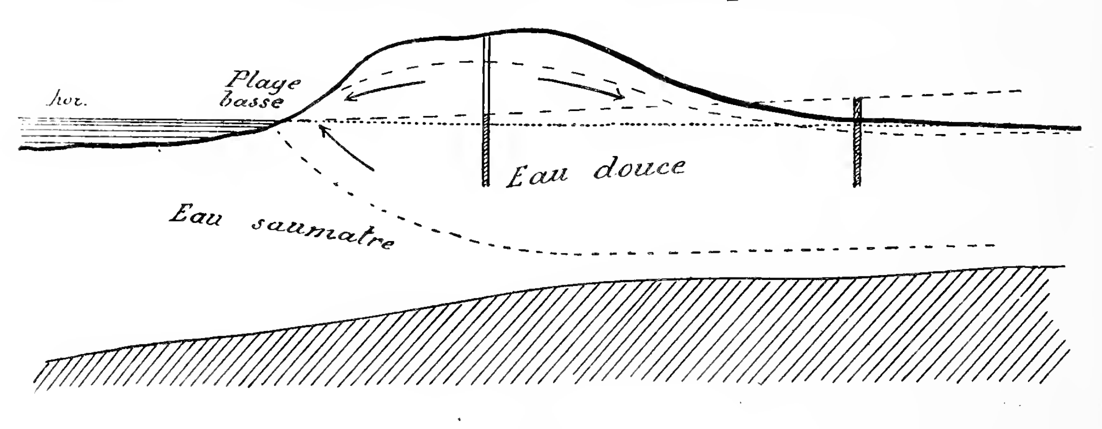


Fig. 4.

revenir en arrière. L'étude des mouvements de l'eau qui circule dans le sous-sol est extraordinairement plus compliquée qu'on ne se l'imagine et je ne vois rien d'impossible à ce que, en certains endroits, l'eau de la partie superficielle d'une nappe libre circule dans un sens opposé à celui de l'écoulement général; tel est le cas représenté dans la figure 4.

L'observation des niveaux hydrostatiques des puits profonds et superficiels pourra démontrer la réalité de cette hypothèse.

Il est utile de remarquer, cependant, que les déductions qu'on peut en tirer ne peuvent être exactes, que pour autant que le terrain aquifère soit plus ou moins homogène.

La dernière partie du mémoire de M. Eugène Dubois est consacrée à l'étude de la teneur en Na Cl des eaux de puits. Je ne citerai pas ici les nombreux chiffres qu'il donne. Il résulte de ceux-ci :

1° que l'eau de mer pénètre très profondément dans le continent.

2° que l'épaisseur de la nappe d'eau douce est proportionnelle à l'altitude de sa surface.

3° que, abstraction faite de la loi précédente, les eaux saumâtres se rencontrent de plus en plus profondément, lorsqu'on s'éloigne de la côte.

4° que la netteté de ces phénomènes est altérée, lorsqu'une couche moins perméable rompt l'homogénéité du terrain.

Les observations de M. Eugène Dubois confirment donc, en tous points, les idées que j'ai toujours défendues.

Il y a un an, des hypothèses seules étaient permises; aujourd'hui, beaucoup de points sont élucidés et il me paraît de plus en plus probable que la région dunale pourrait fournir, aux habitants de la côte, l'eau qui leur est nécessaire.

L'alimentation des nappes aquifères,

PAR

René d'ANDRIMONT (¹).

Je ne me dissimule pas, qu'il serait téméraire de vouloir, dès aujourd'hui, élucider un problème aussi complexe que celui du mode d'alimentation des nappes aquifères. Je crois, cependant, que les données que nous possédons sont suffisantes pour que nous puissions nous faire une idée d'ensemble sur la circulation de l'eau au travers des terrains perméables surmontant ces nappes. Je rends tout spécialement hommage ici, aux remarquables travaux de M. W. Spring, qui ont si largement contribué à élucider ce problème.

Les idées que je développerai dans cette note, demandent presque toutes à être appuyées par de longues expériences et par de multiples observations sur le terrain, que mes faibles moyens ne me permettent pas d'entreprendre.

J'ai donc pensé que je communiquerais, à la Société géologique, l'étude à peine commencée et que je ferais appel aux lumières, à l'expérience et au zèle scientifique de tous mes savants confrères, pour rassembler et pour publier tous les documents qui pourraient se rapporter aux idées émises, alors même que certains de ceux-ci seraient de nature à renverser mon fragile édifice.

J'espère, cependant, qu'il n'en sera pas ainsi, car cette question sera précisément l'une de celles qui sera soumise au Congrès des mines, de la métallurgie, de la mécanique et de la géologie appliquées, qui se tiendra à Liége en 1905, et je voudrais que la Société géologique puisse dire, à cette occasion, qu'elle a largement contribué à la résolution du problème.

(¹) Communication faite à la séance du 20 mars 1904.

*
* *

Les nappes aquifères, quelle que soit leur épaisseur, reposent sur une roche moins perméable que celle qui les contient.

Elles s'alimentent par le passage de l'eau atmosphérique au travers des couches perméables du sol.

Dans cette première partie, nous n'envisagerons que la seule alimentation des nappes aquifères par l'absorption de l'eau précipitée par condensation dans l'atmosphère ou à la surface du sol et nous ferons abstraction de l'alimentation par condensation, dans le sous-sol, des vapeurs d'eau de l'atmosphère.

Il convient donc, en premier lieu, de classer en diverses catégories les terrains perméables.

Nous les rangerons d'abord en terrains perméables en grand et terrains perméables en petit.

Un *terrain perméable en grand* est un terrain formé par l'accumulation d'éléments plus ou moins imperméables, de dimensions et de formes telles, que les interstices qui existent entre eux ne donnent pas lieu à des phénomènes capillaires sensibles (1).

Telles sont les roches perméables par les fissures qui découpent leur masse, comme les calcaires et les grès; telles sont encore les couches de gravier.

Dans un terrain perméable en grand, la circulation verticale de l'eau a lieu sous la simple action de la pesanteur. La perte de charge étant relativement très faible, la vitesse d'alimentation d'une nappe aquifère sous-jacente sera très rapide.

(1) Il conviendra de distinguer, dans la présente note, entre l'imbibition capillaire et l'imbibition superficielle ; le sens qu'il conviendra d'attacher à cette dernière expression, ressortira des considérations qui vont suivre.

Voyons maintenant comment se fera la circulation verticale au travers d'un *terrain perméable en petit.*

Celui-ci est formé par l'accumulation d'éléments plus ou moins imperméables, de dimensions et de formes telles, qu'ils donnent lieu à des phénomènes capillaires sensibles.

Nous verrons, par la suite, que nous pouvons ranger les terrains perméables en petit en trois classes qui diffèrent entre elles par leur manière d'absorber l'eau de l'atmosphère.

Mais il me paraît indispensable de donner, auparavant, quelques notions générales sur les divers états sous lesquels l'eau peut se trouver incluse dans un terrain perméable. Pour fixer les idées, nous envisagerons une masse sableuse.

1) Lorsque cette masse paraîtra entièrement sèche, elle sera *fluide et boulante.* M. J. Van der Mensbrugge [1] considère que chaque grain est entouré d'une gaine d'air, qui fait corps avec lui et le tient séparé de ses voisins.

2) Ce même sable, humecté légèrement, se contracte. Les grains adhèrent les uns aux autres, de telle sorte qu'on peut le dresser en paroi verticale. L'examen le plus attentif à l'aide de tous les moyens d'investigation qui sont à notre disposition, ne permet pas d'y *voir* l'eau ; cependant, chauffé à 120°, ce sable en perd une forte proportion. Dès mes premières observations sur le sujet qui nous occupe, observations que j'ai faites, il y a bientôt deux ans, dans les dunes du littoral belge, j'avais pensé que chaque grain est entouré d'une pellicule d'eau, et que cette pellicule chemine d'un grain à l'autre. Cette simple notion devait contribuer à la résolution du problème de l'alimentation des nappes aquifères.

Ayant consulté M. De Heen à ce sujet, ce savant confirma entièrement cette manière de voir et y introduisit

(1) Remarques sur quelques phénomènes d'imbibition. *Bulletin de l'Académie des sciences*, 1901, n° 7.

la notion de l'état superficiel qui, dans sa pensée, constitue un état intermédiaire entre l'état gazeux et l'état liquide.

Son esprit ingénieux lui fit concevoir un dispositif très simple, démontrant que l'eau peut circuler dans une roche, sans que notre œil puisse la percevoir. Cette expérience, qui fut l'objet d'une note communiquée à l'Académie des sciences (n° 1, pp. 63-65, 1904), sera décrite dans la suite de cet exposé.

On peut donc considérer que, dans un sable humide, chaque grain est doué de micropores d'une telle ténuité que leur section est de l'ordre de grandeur de la sphère d'activité moléculaire de l'eau. Ces micropores peuvent traverser les grains ou tracer, à la surface de ceux-ci, des canaux d'une ténuité extrême; tous ces canaux restent imprégnés d'eau et l'on peut considérer que toute la surface libre des grains est enduite d'une pellicule d'eau extrêmement mince, qui fait corps avec elle.

Je crois que c'est à l'ignorance de ce phénomène, qui cache à nos yeux la présence de l'eau, qu'est due l'erreur de ceux qui prétendent qu'à une certaine profondeur, dans les couches perméables, on ne constate plus la moindre trace visible de liquide, et qui concluent, de cette observation, que l'alimentation par descente de l'eau à l'état liquide, dans les terrains perméables, est impossible.

3) Si nous ajoutons une nouvelle portion d'eau à ce *sable imbibé superficiellement*, il arrivera un moment où tous les intervalles seront exactement remplis de liquide et où l'adhérence des grains par *action capillaire* sera maximum. Le volume théorique des vides laissés entre une pile de grains sphériques égaux est de 26 %, quel que soit le diamètre de ces sphères. Les expériences de M. Spring ont démontré, qu'arrivé à cet état, un tel sable, que je qualifierai de saturé, contient environ 28 % d'eau.

4) Si une dernière portion d'eau vient à être ajoutée à ce sable saturé, le mélange forme une véritable émulsion de sable dans de l'eau. Chaque grain est écarté de ses voisins, d'une distance telle, que les effets de la tension capillaire ne peuvent plus se faire sentir, et le sable se met à fluer comme un liquide. M. Spring (¹) est arrivé, par un procédé très ingénieux, à saturer exactement d'eau un sable. A cet état, ce dernier se laisse couper en tranches fines, comme de la terre plastique; jeté dans l'eau, il ne dégage aucune bulle d'air. Une goutte d'eau déposée sur une des tranches, provoque le foisonnement de la masse.

Les divers états d'un sable contenant de l'eau peuvent être très facilement reproduits à l'aide d'une expérience à la portée de tout le monde, et au sujet de laquelle aucune explication complète n'a été donnée, à ma connaissance.

1) Prenons un sable quelconque, sec, ajoutons-y de l'eau jusqu'au moment où il nous paraîtra exactement saturé. Nous verrons l'eau contenue entre ses grains et il sera à ce point cohérent, que nous devrons faire un effort pour y enfoncer le doigt.

2) Imprimons de légères secousses à ce sable; il se mettra à fluer et une certaine quantité d'eau surnagera à sa surface. Que se sera-t-il passé? En imprimant ces légères secousses au sable, les grains se seront enchevêtrés de façon à présenter le moins de vide possible; ils se seront tassés. Le volume total compris entre les grains sera devenu plus petit que précédemment, tout comme la somme totale des vides d'un mur sans mortier est inférieure à celle du tas de briques qui a servi à le construire. Momentanément donc, le cube d'eau deviendra suffisant, pour que chaque grain soit séparé de ses voisins par une épaisseur d'eau qui lui permette de se déplacer par rapport à eux.

(¹) W. Spring. Expériences sur l'imbibition du sable par les liquides et les gaz. *Bull. Soc. belge de géol.*, mai 1903.

3) Si nous exerçons une pression sur un tel sable, la muraille se désagrégera, les grains se dérangeront de leur position correspondant au volume minimum et le sable redeviendra cohérent.

4) Reprenons maintenant le sable fluant, tel que nous l'avons produit (§ 2), et continuons à lui imprimer des secousses, tout en permettant à l'eau qui s'en échappe de s'écouler. Il arrivera un moment où le sable redeviendra cohérent. Si l'on cherche à y introduire le doigt, on remarque que la cohérence qui correspond à ce minimum de volume est supérieure à celle que nous avons observée tantôt. Continuons notre série d'expériences sur le mélange arrivé à cet état et nous observerons de nouveaux phénomènes.

5) Si nous dérangeons de sa position de volume minimum un tel sable saturé d'eau, les volumes augmentant, le cube d'eau n'est plus suffisant pour remplir tous les vides et nous verrons l'eau disparaître en apparence. Elle passe à l'état *pelliculaire.*

Le sable sera mou, mais suffisamment cohérent pour être dressé en une muraille verticale ; cependant, nous pourrons y introduire le doigt sans rencontrer de grande résistance.

Comme je le montrerai dans la suite de cette note, l'eau peut se trouver, dans un terrain, sous ces divers états.

Je crois, cependant, qu'avant de poursuivre cette étude, il est utile de rappeler les lois qui régissent l'écoulement dans des tubes capillaires et celles qui semblent se rapporter à l'imbibition des solides par de l'eau à l'état superficiel (pelliculaire).

*
* *

Ecoulement capillaire vertical de l'eau dans un terrain perméable en petit. — Aucune des formules connues ne me

paraissant satisfaisante, j'ai demandé à M. le baron Edgar Forgeur, répétiteur des cours de physique mathématique de l'Université de Liége, de bien vouloir établir une formule qui permette d'apprécier la loi suivant laquelle se fait cet écoulement ; je reproduis ci-après les notes qu'il m'a communiquées.

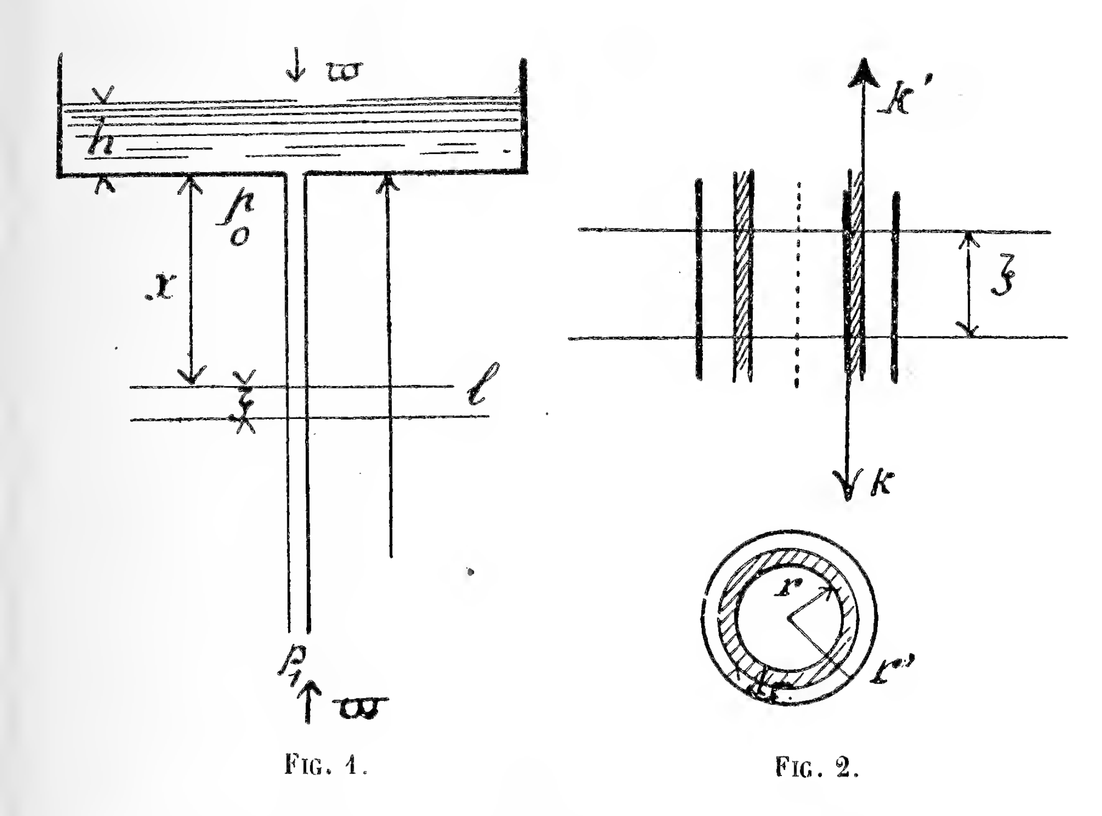


FIG. 1. FIG. 2.

Supposons un tube capillaire, de longueur l, soudé à la base d'un réservoir où l'on maintient de l'eau à un niveau constant h. Cherchons la vitesse d'écoulement à la base du tube, c'est-à-dire le volume d'eau qui passe en une seconde.

Considérons une portion de tube de hauteur ζ, et décomposons la en tranches cylindriques.

L'une d'elles sera comprise entre les rayons r et $r + dr$.

Les forces qui la sollicitent sont :

1°) La pesanteur, $2\pi r dr \times \zeta \times g$; car la densité $\rho = 1$.

2°) Une pression p s'exerçant sur la face supérieure, donc $p \times 2\pi r dr$.

3°) Une pression p' sur la face inférieure.

$$p' \times 2\pi r dr, \text{ avec } p' = p + \frac{dp}{dx} \times \zeta.$$

4°) Une force de frottement K, provenant des couches concentriques intérieures à celles que nous considérons et qui vont plus vite qu'elle, donc dirigée vers le bas. La formule de Newton pour le frottement intérieur des liquides donne :

$S \times \eta \times \dfrac{du}{dr}$; η est le coefficient de frottement intérieur; u, la vitesse; $\dfrac{du}{dr}$, la variation de la vitesse quand on passe d'une couche à la voisine dans une direction perpendiculaire au déplacement; et S, la surface de contact des deux couches.

$$K = 2\pi r\zeta \times \eta \times \frac{du}{dr}.$$

5°) Le frottement sur les couches extérieures, qui vont moins vite : $K' = K + \dfrac{dK}{dr} dr$.

$$K' = K + 2\pi\eta\zeta \frac{d\left(r\frac{du}{dr}\right)}{dr} dr.$$

Considérons les forces dirigées vers le bas comme positives, les autres comme négatives, il vient :

1°) $$2\pi r dr \times \zeta \times g.$$

2°) $$(p - p') \times 2\pi r dr = -2\pi r\zeta \frac{dp}{dx} dr.$$

3°) $$(K - K') = -2\pi\zeta\eta \frac{d\left(r\frac{du}{dr}\right)}{dr} dr.$$

Par raison de continuité, la vitesse doit-être uniforme dans le tube; donc la somme de ces forces est nulle.

$$2\pi r\,dr \times \zeta \times g - 2\pi r \zeta \frac{dp}{dx}\,dr - 2\pi\zeta\eta \frac{d\left(r\frac{du}{dr}\right)dr}{dr}\,dr = o$$

Puisque la perte de charge est uniforme dans le tube, on a, en appelant p_0 la pression à l'orifice supérieur et p_1 la pression à l'orifice inférieur :

$$p - p_0 = (p_1 - p_0)\frac{x}{l} = \left\{p_1 - (p_1 + h)\right\}\frac{x}{l} = -h\frac{x}{l}.$$

$$\frac{dp}{dx} = -\frac{h}{l}\,;\ \text{donc}\ \left(g + \frac{h}{l}\right)r - \eta\frac{d\left(r\frac{du}{dr}\right)}{dr} = 0.$$

En intégrant :

$$\left(g + \frac{h}{l}\right)\frac{r^2}{2} - \eta r\frac{du}{dr} = C$$

ou

$$\left(g + \frac{h}{l}\right)\frac{r}{2} - \eta\frac{du}{dr} = \frac{C}{r}$$

et, intégrant de nouveau :

$$\left(g + \frac{h}{l}\right)\frac{r^2}{4} - \eta u = C\log. r + D$$

pour $r = o$, u ne peut être infini ; d'où $C = o$.

pour $r = r'$, $u = o$; d'où $D = \left(g + \frac{h}{l}\right)\frac{r'^2}{4}$.

Enfin : $$u = \frac{\left(g + \frac{h}{l}\right)\left(r'^2 - r^2\right)}{4\eta}.$$

Le volume qui passe en l'unité de temps est : $u \times 2\pi r\,dr$. et, pour tout le tube :

$$Q = \int_o^{r'} u \times 2\pi r\,dr = 2\pi\frac{\left(g + \frac{h}{l}\right)}{4\eta}\int_o^{r'}(r'^2 - r^2)\,r\,dr =$$

$$\frac{2\pi\left(g + \frac{h}{l}\right)}{4\eta} \times \left(\frac{r'^2 r^2}{2} - \frac{r^4}{4}\right)_o^{r'}.$$

$$Q = \frac{2\pi\left(g + \frac{h}{l}\right)}{16\,\eta} r'^4 = \pi \frac{\left(g + \frac{h}{l}\right)}{8\,\eta} r'^4.$$

Les expérimentateurs ont trouvé, pour la filtration, une relation de même forme; ils en ont conclu que ce phénomène peut être assimilé à celui de l'écoulement à travers de nombreux tubes capillaires, de diamètres variables de l'un à l'autre.

Nous pouvons donc adopter, comme formule donnant la vitesse d'écoulement :

$$Q = R\left(g + \frac{h}{l}\right).$$

R est un coefficient qui est inversement proportionnel au coefficient de frottement intérieur η, et qui dépend de la quatrième puissance des diamètres des tubes capillaires, par lesquels on remplace le filtre.

Il est visible qu'à mesure que l croît, Q décroît et tend vers la limite $Q_1 = Rg = \frac{R'}{\eta} g$.

D'après les calculs précédents, on a, pour expression du volume débité en l'unité de temps :

$$Q = R\left(g + \frac{h}{l}\right)$$

h étant la hauteur d'eau au-dessus du filtre; l, la hauteur du filtre

$$R = \frac{R'}{\eta} \qquad \eta = c\,d^4$$

d étant le diamètre moyen des tubes capillaires.

Nous verrons tantôt que cette formule permet d'expliquer certains phénomènes qui se passent lors du passage de l'eau au travers des terrains.



Imbibition des terrains par l'eau à l'état superficiel

(*pelliculaire*). — Voici les lois qui semblent régir cet écoulement :

I. L'épaisseur de la couche superficielle diffère d'un endroit à un autre ; elle peut varier de 0 à une épaisseur maximum, qui est celle de la sphère d'activité moléculaire. Lorsque cette épaisseur est atteinte, il se forme une couche d'eau perceptible.

II. Le mouvement imbibitif est toujours dirigé des zones où cette couche est la plus épaisse, vers les zones où elle est moins épaisse.

III. Les couches d'eau à l'état superficiel sont soumises à la pesanteur qui tend à les faire descendre.

Il resulte de ces lois que, si un terrain est imbibé par le bas, la hauteur d'ascension est limitée. En effet, la force imbibitive étant constante et la pesanteur agissant sur une masse d'eau de plus en plus considérable, les deux actions tendent à se contrebalancer. Lorqu'au contraire, un terrain est imbibé par le haut, ces deux actions agissent dans le même sens et la descente de l'eau peut se continuer indéfiniment.

L'action imbibitive se manifestera lorsque l'épaisseur de la couche superficielle n'est pas uniforme ; elle se manifestera donc, a fortiori, lorsqu'un terrain sera mis en relation avec un niveau aquifère.

Connaissant toutes les propriétés qui viennent d'être décrites, il nous est possible d'analyser le mouvement de l'eau dans un terrain perméable en petit. Nous supposerons que les conditions météorologiques se succèdent dans l'ordre suivant, permettant d'étudier tous les cas qui peuvent se présenter :

Pluie peu abondante et continue.
Pluie abondante.
Sécheresse.

Un terrain déterminé peut absorber, par unité de surface et de temps, un cube maximum, au-delà duquel l'eau s'amasse, sur une certaine épaisseur, à la surface du sol.

Si ce maximum n'est pas atteint, le terrain, quelle que soit sa nature, étant susceptible d'absorber plus d'eau qu'il n'en tombe, paraîtra simplement humide, mais non mouillé. Ce maximum sera d'autant plus grand que le terrain présentera des vides en section plus considérable.

Il convient cependant de distinguer trois catégories de terrains. Soient V_0 la vitesse de descente capillaire correspondant au terrain déterminé, pour $h = o$; et v la vitesse de descente superficielle; soient enfin Q_0 et q les débits par unité de section correspondant à ces vitesses.

1) $V_0 \geqq v$. — La colonne d'eau cheminera par descente capillaire jusqu'à ce qu'elle soit épuisée par le cube d'eau qu'elle laisse au-dessus d'elle à l'état superficiel. C'est probablement le cas des sables à gros grain.

2) $V_0 < v$, mais $Q_0 > q$. — Dans ce cas, l'eau cheminera également par descente capillaire; mais la vitesse, à la base de la colonne, sera ralentie du fait de l'action imbibitive superficielle, qui lui enlève continuellement de l'eau. Cette descente capillaire cessera, par disparition de l'eau à l'état capillaire, à une profondeur moindre que précédemment.

3) $V_0 < v$ mais $q \geqq Q_0$. — Dans ce cas, l'imbibition superficielle absorbe toute l'eau qui tombe et la hauteur de descente capillaire sera nulle. C'est le cas du limon hesbayen.

Supposons maintenant que la pluie vienne à augmenter d'intensité; il arrivera un moment où le terrain ne pourra plus absorber la quantité d'eau précipitée et il s'amassera, à la surface du sol, une épaisseur d'eau h capable d'amener l'absorption capillaire d'un volume d'eau $Q > Q_0$.

Voyons comment se comporteront, dans ce cas, les terrains que nous avons rangés dans les catégories précédentes.

1 et 2) $V_0 \geqq v$ et $V_0 < v$, $Q_0 > q$. — Les terrains de ces deux catégories se comporteront comme dans le cas précédent, sauf que la hauteur de descente capillaire sera augmentée.

En outre, certains terrains de la catégorie 2 se comporteront d'abord comme ceux de la catégorie 1 et ce n'est qu'à une certaine profondeur, que le processus 2 interviendra.

3) $V_0 < v$ et $q \geqq Q_0$. — Dans ce cas, V et, par conséquent, Q va en diminuant avec la profondeur. Sur une épaisseur de quelques centimètres, la descente se fait par imprégnation capillaire, comme pour un terrain de la deuxième catégorie; puis l'influence du terme $\frac{h}{l}$ décroît en profondeur et le débit diminue suffisamment pour qu'il ne puisse plus alimenter que l'imbibition superficielle.

C'est ce dernier mode de descente que M. De Heen a reproduit dans l'expérience dont j'ai parlé précédemment, et que je décrirai succintement.

« Dans la partie inférieure d'un tube en verre, on intro-
» duit d'abord une couche de sable *de*, destinée à repré-
» senter la couche aquifère. Le tube n'est pas fermé à sa
» partie inférieure, mais effilé en pointe, afin de permettre
» le départ de l'air. Au-dessus du sable, en *bd*, on introduit
» une couche de limon pulvérisé en poudre impalpable.
» Si l'on vient à introduire de l'eau en *ab*, on remarque
» d'abord que la partie supérieure du limon s'imprègne
» complètement d'eau. Dans ces conditions, par suite
» d'un effet de réfraction, le contact de l'eau et du verre
» fait que le cylindre de limon apparaît comme ayant un
» diamètre égal au diamètre extérieur du tube.

» Mais lorsque l'imprégnation s'est faite sur une hau-
» teur *bc*, le débit diminue déjà suffisamment pour qu'il

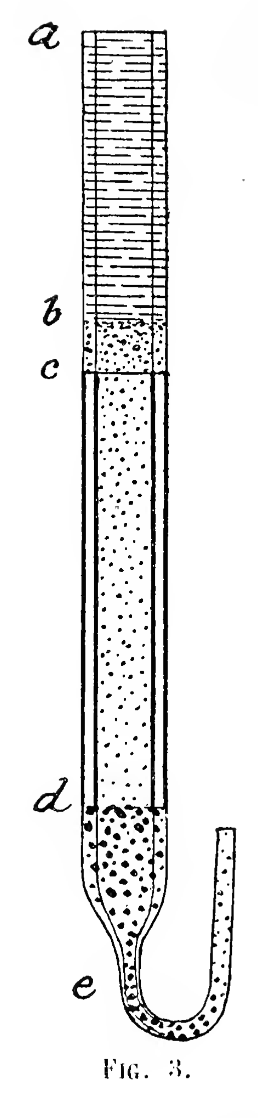


Fig. 3.

» ne puisse plus alimenter, à la fois, les » *pores* et les *micropores*. Et comme ces » derniers, par suite de leur petit dia- » mètre, ont une puissance de succion » incomparablement plus grande que les » premiers, ce sont également eux qui » servent exclusivement de véhicule à » l'eau à partir de ce moment. Le tube » n'est plus mouillé, et le cylindre de » limon apparaît comme ayant un dia- » mètre égal au diamètre intérieur du » tube en verre, et l'on voit à la loupe » les grains d'argile sans interposition » d'eau.

» Les choses se passent ainsi jusqu'au » moment où l'eau, traversant les *micro-* » *pores*, atteint la surface du sable en *d*. » L'eau sort alors de ces espaces ultra- » capillaires et pénètre dans les pores du » sable; elle imbibe complètement celui- » ci, et le cylindre de sable apparaît de » nouveau comme ayant un diamètre égal » au diamètre extérieur du tube, de même qu'en *bc*. Le » liquide, en un mot, redevient complètement libre, et, en » résumé, le liquide a traversé la couche de limon à l'*état* » *superficiel*. »

J'ai répété cette expérience avec du sable moyen, et elle montra que l'absorption se fait suivant le processus n° I. Ces deux expériences sont extrêmement remarquables et elles justifient nettement la classification proposée des terrains.

Les idées qui viennent d'être développées s'adaptent parfaitement aux faits observés dans la nature :

Plus un terrain sera perméable en petit, plus Q_0 sera

petit et plus il sera susceptible de former de la boue ($h > o$).

Cette quantité Q_0 sera dépassée pour un grand nombre de chutes pluviales et une grande quantité d'eau sera perdue pour l'alimentation de la nappe aquifère, à cause du ruissellement qui sera intense.

Un terrain déjà imbibé à l'état superficiel formera boue après un temps plus court que s'il était sec.

Les oscillations des nappes aquifères, recouvertes d'un terrain à gros éléments, seront rapides. Celles des nappes recouvertes de couches à petits éléments seront lentes et dépendront surtout des longues saisons humides.

Voyons maintenant quels seront les phénomènes qui interviendront lorsque la précipitation de l'eau à la surface du sol cessera. L'analyse des mouvements de l'eau devient alors intéressante, à cause des pertes par évaporation et, ici encore, il faudra tenir compte de la classification des terrains, établie précédemment :

En effet, l'intensité de cette évaporation est maximum à la surface du sol et décroît rapidement en profondeur.

Il suffit, pour s'en rendre compte, de se rappeler qu'à la suite des plus fortes périodes de sécheresse, le sol ne se dessèche que sur une épaisseur maximum de 20 ou 30 centimètres. Encore, faut-il, pour atteindre ces chiffres extrêmes, que les terrains présentent des pores où l'air circule très facilement, comme un sable grossier.

En ce qui concerne les limons, où les pores sont fort petits, cette épaisseur est loin d'être atteinte.

En raisonnant comme précédemment, on voit que l'épaisseur de la couche superficielle et, par conséquent, la vitesse d'ascension, peuvent être considérées comme constantes pour la zone supérieure d'un affleurement perméable, lorsqu'il s'est écoulé quelque temps depuis la dernière précipitation atmosphérique. Dans ces conditions, on voit que

la circulation de l'air décroît rapidement en profondeur, puisque la zone où s'établit l'équilibre entre la quantité fournie par imbibition superficielle ascensionnelle et celle qui est enlevée par circulation d'air, est à une profondeur qui, en moyenne, ne dépasse pas 20 à 30 centimètres.

Il est donc vraisemblable d'admettre, contrairement à l'opinion de certains hydrologues, que cette évaporation ne peut atteindre les couches profondes. Elle ne se manifestera avec intensité, que si les circonstances sont telles, qu'elle puisse se faire sentir avant que l'eau ait atteint ces couches.

L'intensisé de l'évaporation décroissant rapidement en profondeur, l'on comprendra facilement qu'elle produit des pertes très peu sensibles, lorsqu'il s'agit d'un terrain de la première catégorie. Elle sera plus grande pour la deuxième et elle jouera surtout un rôle important avec la troisième catégorie de terrains. Pour celle-ci, il convient d'envisager deux cas.

Si la précipitation atmosphérique est lente et continue, l'imbibition superficielle se fera continûment et un grand cube d'eau échappera à l'évaporation. Si, au contraire, la pluie devient assez abondante pour qu'elle donne $h > 0$, il se produira une zone d'imbibition capillaire de hauteur l. Si la pluie cesse, cette zone, immobilisée à peu de profondeur, perdra une très forte proportion d'eau, par voie d'évaporation. L'eau provenant de pluies peu abondantes, tombant sur un sol sec, n'imprègne le terrain que sur une hauteur peu considérable et retourne tout entière à l'atmosphère, par évaporation.

L'analyse de tous ces phénomènes, tant au point de vue de la descente capillaire et superficielle, qu'à celui de l'importance de l'évaporation, nous porte donc à considérer que tous les terrains perméables doivent être classés en

terrains perméables en grand et en terrains perméables en petit et que ces derniers doivent être rangés en trois catégories. En passant d'une catégorie à l'autre, il semble que le coefficient d'absorption doive varier suivant une progression brusque et, par conséquent, que le rendement par hectare-jour doive être différent.

Je tiens à dire également quelques mots au sujet de l'alimentation des nappes aquifères, par la condensation des vapeurs d'eau de l'atmosphère dans le sol et à sa surface.

Les hydrologues qui attribuent une action prépondérante à ces phénomènes, se basent surtout sur deux considérations:

Après les plus fortes pluies, l'épaisseur de terrain qui *paraît* humectée est, relativement, très peu considérable et l'on a cité, comme profondeur maximum, 1.79 m. Nous avons vu, par ce qui précède, qu'il n'est pas nécessaire que l'eau apparaisse à l'œil, pour qu'elle existe et circule (expérience de M. De Heen). Cette profondeur de 1.79 m., que l'on a indiquée comme maximum, tendrait donc simplement à prouver que, dans le cas le plus favorable, l'eau peut descendre, *par capillarité*, à 1.79 m.

La seconde considération que font valoir les partisans de cette théorie, c'est que le rendement par hectare-jour de certains bassins aquifères est plus grand que ne permet de le supposer la hauteur d'eau tombée, mesurée au pluviomètre. S'il me paraît difficile d'admettre que la condensation des vapeurs d'eau de l'atmosphère puisse se produire à une certaine profondeur, par la circulation d'air chargé d'humidité, je suis loin de considérer comme négligeable le cube d'eau condensée à la surface du sol et qui peut gagner les couches profondes par imbibition superficielle, lorsque l'air est chargé d'humidité, et lorsque des brouillards se produisent au niveau du sol. Le cube d'eau ainsi fourni aux couches aquifères peut être très appréciable et *il ne sera pas mesurable au pluviomètre.*

L'importance de ce facteur peut même être plus considérable qu'on ne se l'imagine, car un terrain perméable en petit joue vraisemblablement le même rôle que les poussières de l'atmosphère qui condensent la vapeur autour d'elles, *même au-dessus du point de saturation.*

Avant d'aborder la dernière partie de ces notes, il convient de dire quelques mots d'une action qui sera loin d'être négligeable. Je veux parler de l'air inclus dans un terrain avant une précipitation atmosphérique. Si nous avons affaire à une alimentation lente, où la hauteur de descente capillaire est réduite presque à zéro, l'air pourra facilement s'échapper, parce que l'eau s'introduit à la façon d'un *coin.* Il en sera tout autrement, s'il se produit une tranche d'une certaine épaisseur, imbibée capillairement. Dans ce cas, l'eau tendant à descendre, formera piston et comprimera l'air emprisonné dans les pores du terrain.

Il en résultera que la vitesse de descente capillaire V sera enrayée et que l'imbibition superficielle interviendra à une profondeur moindre et, peut être même, pour certains terrains de la première catégorie. Par conséquent, cette action est encore nettement défavorable à l'absorption d'une précipitation atmosphérique abondante.

En résumé, nous voyons donc que, dans tous les terrains perméables en petit, l'eau passe à l'état superficiel à partir d'une certaine profondeur et qu'elle continue à descendre, sous cet état, jusqu'à ce qu'elle rencontre un terrain qui absorbe moins rapidement cette couche superficielle. Dès lors, l'eau réapparaîtra comme telle.

Deux cas peuvent se présenter, qui diminuent la rapidité d'absorption de l'eau au cours de la descente.

1° Le passage d'un terrain peu perméable, mais possédant un pouvoir absorbant assez considérable, du limon, par exemple, à un terrain beaucoup plus perméable, sable

grossier. Dans ce cas, le sable grossier n'offrira plus une surface et des micropores absorbants suffisants ; la couche superficielle augmentera d'épaisseur et la couche de sable peut parfaitement s'imbiber capillairement.

2° Le passage d'une couche absorbant l'eau rapidement, par exemple du sable, à un terrain formé d'éléments extrêmement ténus, comme de l'argile. Dans ce cas, la descente sera ralentie, l'épaisseur de la couche superficielle ira croissant et il se formera une nappe aquifère au-dessus de ce terrain. Une nappe aquifère peut se former : *a*) dans un terrain très perméable, compris entre deux terrains moins perméables ; *b*) lorsque, dans sa descente, l'eau passe d'un terrain plus perméable à un terrain moins perméable.

De même, un toit moins perméable, surmontant une couche plus perméable, peut donner naissance à une nappe captive.

J'irai même plus loin, en disant que l'on peut admettre, si l'on se rapporte aux idées émises dans cette étude, qu'il n'existe pas de roche véritablement imperméable et que l'eau pénètre et descend, très lentement peut-être, mais d'une manière sensible néanmoins, au travers de toute l'écorce solide de notre globe.

On peut fournir certaines preuves de la réalité de cette hypothèse.

Les argiles, réputées imperméables, contiennent beaucoup d'eau. M. Spring a démontré que, même comprimées et sèches, elles s'hydratent dans une certaine mesure.

M. Armand Gautier, d'autre part, a exécuté des expériences très curieuses, dont il tire une théorie assez originale du volcanisme.

Ces expériences ont permis de constater que toute roche acide ou basique, même très compacte, contient une grande proportion d'eau, mécaniquement interposée entre

ses molécules, et que, sous l'effet d'une chaleur suffisante, l'eau se vaporise, en même temps que s'évacuent les gaz les plus divers, ceux que l'on trouve dans les fumerolles des volcans et, parmi eux, l'hydrogène en grande proportion. Il me suffira, pour montrer que la quantité d'eau ainsi interposée est importante, de rappeler que M. Gautier a trouvé, dans une roche compacte, 18 °/₀ d'eau incluse par capillarité, dit-il, et qui, selon les idées émises dans cette note, s'y trouve vraisemblablement à l'état superficiel.

Les roches sédimentaires contiennent également beaucoup d'eau, que l'on appelle eau de carrière.

Mais, dira-t-on, l'eau ainsi incluse ne peut circuler, elle fait partie de la roche depuis le moment de sa formation.

Je crois qu'il n'en est pas ainsi, cependant, car de nombreuses observations ont démontré que des matières minérales solubles peuvent se frayer un passage au travers des roches les plus compactes, et donner lieu à la formation de concrétions, à la disparition de cristaux de pyrite dans des blocs de quartzite [1], etc.

Tous ces phénomènes sont incompréhensibles, si l'on n'admet pas que l'eau sert de véhicule aux matières minérales.

Je crois donc que l'on peut admettre que l'écorce entière de notre globe laisse s'infiltrer lentement de l'eau vers les régions profondes et que cette eau, chargée de sels en dissolution, peut contribuer, *dans une certaine mesure*, aux phénomènes volcaniques, comme semble d'ailleurs le prouver la composition des gaz rejetés par les volcans.

Cette absorption lente de l'eau aura un autre effet, c'est de diminuer constamment la quantité d'oxygène libre de l'atmosphère. En effet, l'eau, se décomposant en profondeur,

[1] Voir aussi certaines remarques intéressantes de M. Eug. Dubois : « Etudes sur les eaux souterraines des Pays-Bas. L'eau douce du sous-sol des dunes et des polders ». *Archives Teyler*, série II, tome IX, 1re partie.

donne naissance à des composés oxygénés, à de l'hydrogène et à des hydrocarbures. Ces produits, rejetés par les volcans, restituent l'eau à l'atmosphère, en empruntant à celle-ci une nouvelle portion d'oxygène.

Pour terminer, il me paraît utile de soumettre à la Société géologique un programme de recherches expérimentales et d'observations sur le terrain, qui devraient être entreprises pour vérifier toute la série des hypothèses et des déductions que j'ai échaffaudées sur les quelques données que nous possédons actuellement.

J'ose espérer que quelques-uns de nos confrères voudront contribuer à élucider le problème et présenteront des communications à ce sujet, alors même qu'elles ne confirmeraient pas les idées que je viens d'émettre.

***

Recherches expérimentales et observations sur le terrain, à entreprendre en vue d'étudier le mode d'alimentation des nappes aquifères.

I. Expériences de laboratoire.

1° Étude expérimentale des lois qui régissent l'imbibition capillaire et l'imbibition superficielle des terrains.

2° Étude expérimentale de la perméabilité des divers terrains qui se rencontrent dans la nature, en vue de les ranger en trois catégories, suivant les indications données plus haut.

3° Étudier l'influence de la température sur ces phénomènes (1).

II. On pourrait étudier complètement tous les phénomènes qui interviennent et même déterminer le coefficient

(1) M. W. Spring a vérifié expérimentalement la formule suivante, donnée par Poisseuille, pour le débit d'un tube capillaire.

$$K = 2162.4\ (1 + 0.03368\ t + 0.000221\ t^2)$$

et a reconnu son exactitude pour des températures comprises entre 19° et 44°.

d'absorption des divers terrains perméables, à l'aide des appareils suivants, qui permettent de se rapprocher très exactement des conditions naturelles.

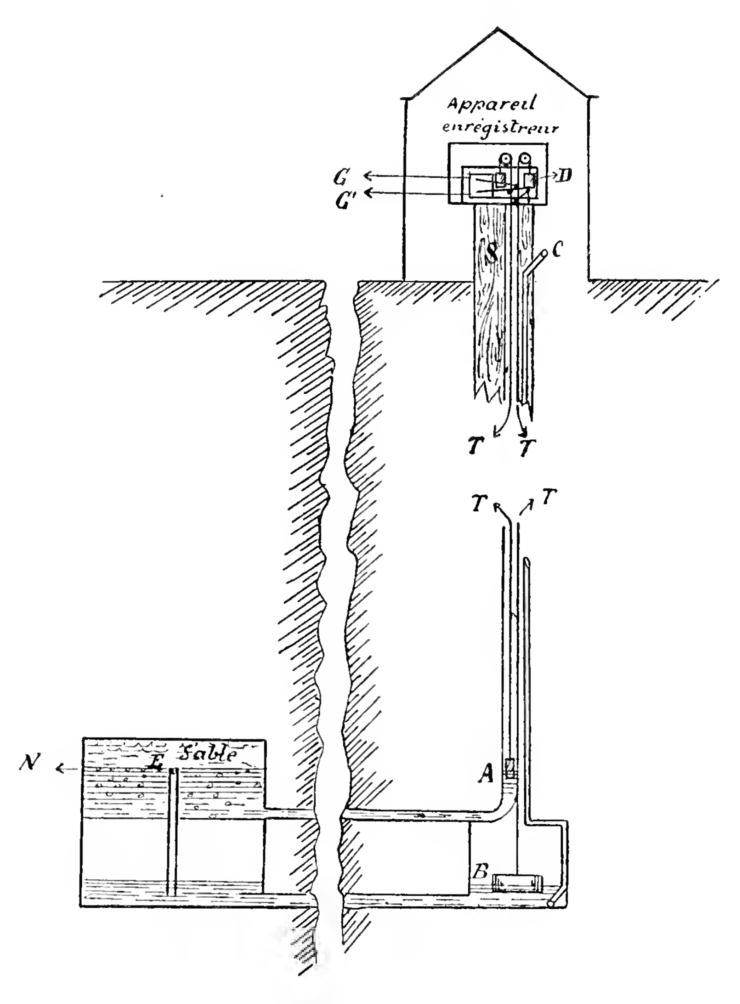


FIG. 4. — Perméomètre I.

A. et *B.* Flotteurs.
C. Tube de vidange.
D. Contrepoids.
E. Trop plein (source).
G. Courbe des niveaux de la nappe aquifère.
G'. Courbe du perméomètre.
T. Tiges en cuivre.
S. Support.

La figure I permet de se rendre compte du fonctionnement de l'appareil, qui serait placé en dessous d'un massif de terrain resté en place. En comparant les diagrammes entre eux et avec ceux d'un pluviomètre enregistreur, placé au niveau du sol, il serait possible d'évaluer :

1° La proportion d'eau qui atteint une nappe aquifère N placée à la profondeur correspondant à l'expérience.

2° La vitesse d'alimentation de la nappe.

3° La variation du coefficient d'absorption avec la façon dont a eu lieu la précipitation atmosphérique.

4° L'abaissement du niveau de la nappe aquifère en dessous de l'exutoire E ; ce qui montrerait quelle proportion d'eau la nappe peut perdre pendant une période de sécheresse, soit par ascension superficielle, soit par circulation d'air dans le terrain.

Cependant, cet appareil n'est pas complet, il ne permet pas d'évaluer : *a*) l'importance et la rapidité des condensations d'eau à la surface du sol ; comme je l'ai fait remarquer, la quantité d'eau ainsi absorbée par un terrain peut être assez importante ; *b*) l'importance et le processus de l'évaporation de l'eau après que celle-ci a atteint le sol.

Le perméomètre II (fig. 5) permettra d'évaluer ces divers facteurs et de se rendre compte de tous les échanges d'eau entre l'atmosphère et les terrains de diverses natures.

Les chicanes F ont pour but d'éviter l'enregistrement des mouvements brusques de l'appareil, qui pourraient être occasionnés par des coups de vent plongeants.

Les chicanes H supprimeront, en grande partie, l'influence des parois.

Grâce à l'eau dans laquelle plonge le cylindre mobile, le terrain expérimenté sera toujours à la même température que le terrain avoisinant.

Les niveaux de la nappe aquifère, observés par le puits A, et les hauteurs d'eau, marquées par le flotteur B, comparés avec les diagrammes obtenus par l'appareil I, permettront, en faisant abstraction des condensations enregistrées par le flotteur B, de se rendre compte de l'influence drainante des parois du vase, et de l'influence des terres rapportées.

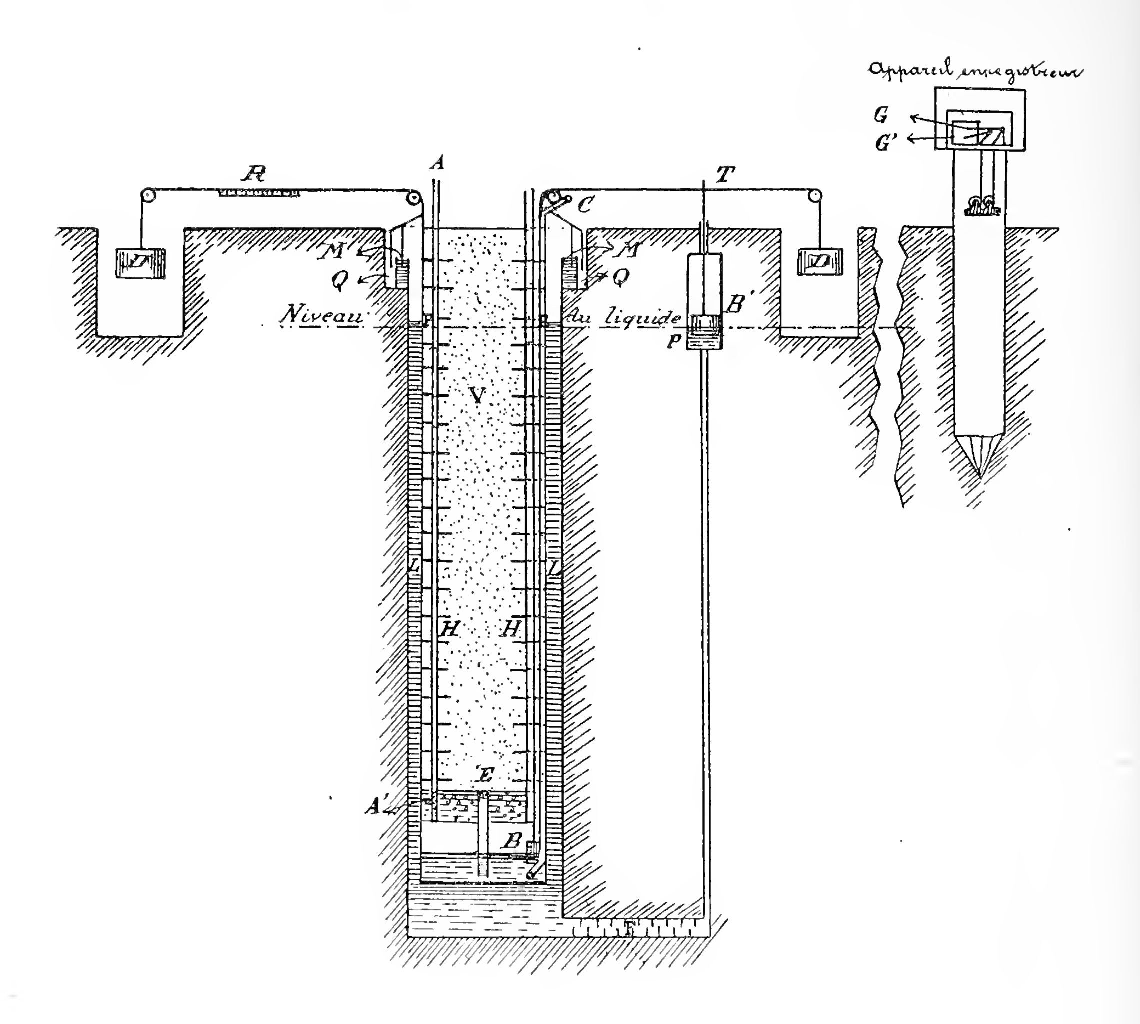


FIG. 5. — Perméomètre II.

A. Puits d'observation.

A'. Partie filtrante.

B. Flotteurs.

C. Tube de vidange.

D. Contrepoids.

E. Trop plein (source).

L. Liquide incongelable.

P. Pétrole.

Q. Rigole pour l'écoulement de l'eau.

R. Règle graduée, pour la vérification des chiffres obtenus par l'enregistreur.

T. Tige de cuivre en relation avec l'appareil.

G. Courbe du pluviomètre enregistreur, placé au niveau du sol.

G'. Courbe du perméomètre enregistreur.

V. Cylindre mobile rempli du terrain à expérimenter.

F. et *H*. Chicanes.

M. Fermeture hermétique.

5 MAI 1904.

Enfin, les expériences avec ces deux appareils pourront être renouvelées, en permettant un certain ruissellement et même en y faisant pousser une certaine végétation.

III. Expériences sur le terrain.

Il y aurait lieu de vérifier si la teneur en eau d'échantillons d'un même terrain perméable, provenant d'une même profondeur, varie avec les saisons et même à la suite de certaines précipitations atmosphériques abondantes. Cette teneur varie, vraisemblablement, beaucoup d'un terrain à un autre ; elle dépend de la surface libre des grains, laquelle est en relation avec la finesse de ceux-ci et le nombre de micropores qu'ils contiennent.

Je crois utile de faire remarquer que, par ce moyen, il serait possible d'apprécier la vitesse d'alimentation d'une nappe aquifère. Dans certains cas, spécialement lorsque la perméabilité est très grande, les oscillations de la nappe aquifère enregistrent très rapidement les variations d'intensité des précipitations atmosphériques et cette détermination est possible. Dans d'autres cas, par contre, la concordance est presque impossible à saisir, à cause du temps extrêmement long que l'eau met à atteindre la nappe aquifère. Tel est, vraisemblablement, le cas pour la Hesbaye.

Il suffirait, pour apprécier la vitesse d'alimentation dans un cas semblable, de prélever des échantillons de terrain, provenant d'un niveau assez rapproché du sol et d'analyser leur teneur en eau. La période étant plus courte, les effets des précipitations atmosphériques deviendront sensibles.

Je crois, cependant, qu'avant d'entreprendre de pareilles recherches sur des terrains formés de très petits éléments, comme le limon de Hesbaye, il conviendrait de les faire sur un terrain formé de gros éléments, où les effets seront plus rapidement appréciables. A ce point de vue, la Hesbaye

nous offre un champ d'expérience remarquable; nous y trouvons, en effet, du sable et du limon, à proximité l'un de l'autre.

J'ose espérer que ces quelques notes aideront à la recherche des deux facteurs essentiels qui, avec la connaissance de l'étendue de la zone alimentaire, permettent d'apprécier le cube d'eau que l'on peut retirer d'une nappe aquifère pendant une période déterminée: le coefficient d'absorption et la vitesse d'alimentation.

L'on pourra alors prévoir, en quelque sorte, les disettes qui sont tant à craindre pour l'alimentation en eau potable des agglomérations importantes, et prendre, d'urgence, les dispositions nécessaires pour assurer à celles-ci un cube d'eau suffisant pour les besoins de la population.

APPENDICE

PAR

P. QUESTIENNE.

Il est intéressant de rapprocher de la communication de M. d'Andrimont, des renseignements publiés par M. Gosselet, dans les *Archives du Comice agricole de l'arrondissement de Lille*, et relatifs à des expériences faites par MM. Pfaff et Vogel, rapportées dans les publications de l'Académie des sciences de Munich.

I. — *Expériences faites par M. Pfaff en 1867 et 1868 sur la pénétration des eaux pluviales dans le sol.*

Dans un jardin situé sur le sommet d'une colline, il a placé quatre vases cylindriques en métal, de $0^{m}15$ de diamètre, ayant respectivement $0^{m}15$, $0^{m}30$, $0^{m}60$ et $1^{m}20$ de hauteur, remplis de terre semblable à celle du jardin, et munis d'un dispositif (double fond, etc.) permettant de recueillir l'eau qui traversait la terre qu'ils contenaient, ce que l'on fit à de courts intervalles (1 à 8 jours).

Voici les résultats renseignés :

a. Pour l'année entière, on a recueilli, en 1867, dans le vase de $0^{m}15$, 50 % de l'eau tombée, et 61 % dans celui de $1^{m}20$; en 1868, 22 % dans le vase de $0^{m}15$ et 44 % dans celui de $0^{m}30$.

Les différences constatées ont été attribuées, par l'auteur, à la différence considérable de vaporisation correspondant aux différentes hauteurs de vases.

b. En hiver, on a recueilli plus d'eau dans les vases courts. Le contraire s'est produit en été. Pendant les deux mois chauds, on ne tira pas une goutte d'eau des vases

courts, tandis que la filtration ne s'arrêta jamais dans le vase de 1^m20.

c. Les étés de 1867 et 1868 furent à peu près également pluvieux. Cependant, les quantités recueillies dans les vases se trouvèrent très différentes. Ainsi, le vase de 0^m60 ne recueillit, en 1868, que 10 % de l'eau tombée, tandis qu'il en avait retenu 33 % en 1867, d'où une évaporation de 689 m/m en 1868, tandis qu'elle ne fut que de 433 m/m en 1867.

d. Pour montrer qu'à quantité d'eau égale, une pluie faible, mais continue, pénètre mieux dans le sol qu'une pluie abondante et courte, il rapporte que, pendant la première semaine de juillet, il tomba 25 m/m de pluie, dont 19 m/m en 15 heures; entre le 15 et le 29 juillet, la chute fut de 44 m/m se répartissant sur 11 jours; du 29 juillet au 26 août, il ne tomba que 5 m/m, mais le 27 août, 30 m/m de pluie en 3 heures. Or, pendant la première période, les vases de 0^m15 et de 0^m30 ne laissèrent pas passer une goutte d'eau. La période du 15 au 29 juillet donna respectivement, dans les quatre vases 4.2 — 6.8 — 20.6 et 20.8 millimètres, tandis que, du 25 août au 2 septembre, on n'en retira que 1.2 — 0.1 — 0.5 et 1.1 millimètres.

II. — *Expériences de M. Vogel.*

1° *Pouvoir d'imbibition des sols calcaires et limoneux.* — Il a constaté que le sol limoneux peut absorber 64 % de son poids d'eau, le sol calcaire 32 % seulement.

2° *Pouvoir d'absorption de l'humidité atmosphérique.* — Des échantillons de 100 grammes, placés pendant 3 jours dans de l'air saturé de vapeur d'eau, ont absorbé, aux températures de

	11°	18°	22°
Sol limoneux. .	$0^{gr}19$	$0^{gr}30$	$0^{gr}52$
Sol calcaire . .	$0^{gr}73$	$0^{gr}64$	$0^{gr}93$

3° *Rapidité d'imbibition par capillarité.* — *a.* En remplissant de terre des tubes de verre fermés par le bas par une toile fine et les plaçant le pied dans l'eau pendant 15 minutes, le liquide s'est élevé de 15 centimètres dans la terre limoneuse et de 19 centimètres dans la terre calcaire.

b. En remplissant les tubes à la même hauteur et en versant dessus 10 centimètres cubes d'eau, on constate que la vitesse de pénétration de haut en bas, dans le sol limoneux, est à celle dans le sol calcaire, dans le rapport de 3.4 à 8.1.

4° *Rapidité d'évaporation.* — Des vases contenant : 1° de la tourbe humide; 2° de la terre de jardin; 3° de l'eau, ont permis de constater que l'évaporation est plus grande à la surface du sol qu'à la surface d'une pièce d'eau. Dans l'expérience ci-dessus, l'évaporation s'est trouvée proportionnelle aux nombres 206, 136 et 100. La comparaison de l'évaporation d'un sol de limon et d'un sol calcaire a donné le rapport 100 à 115; c'est pourquoi, au commencement de l'été, les terrains argileux conservent leur humidité plus longtemps que les terrains calcaires. Il donne aussi des rapports entre l'évaporation d'un champ couvert de céréales et celle d'un champ nu :

Sol limoneux	111 à 100
Sol calcaire	116 à 100
Sol tourbeux	121 à 100

5° *Chaleurs spécifiques des différents sols :*

Sable	0.1282	
Sable argileux	0.1572	
Argile	0.1784	
Calcaire pulvérulent	0.1900	environ
Humus.	0.2000	id.

Note sur les causes et l'intensité du jaillissement d'eau que donnent les nappes captives, lorsqu'elles sont atteintes par un forage dit « artésien ».

PAR

René d'ANDRIMONT (1).

Dans la communication que j'ai eu l'honneur de faire à la dernière séance de la Société géologique, au sujet de l'alimentation des nappes aquifères, j'ai rappelé qu'un terrain meuble et perméable en petit, peut absorber plus d'eau que le calcul théorique du volume compris entre les grains ne l'indique. Tel est l'état sous lequel nous retrouvons les terrains imbibés par une nappe aquifère.

Il est à remarquer, cependant, que, pour une même nappe aquifère, la proportion d'eau par rapport au terrain varie énormément d'un endroit à un autre. Ce fait peut être très facilement observé, lorsqu'on creuse un puits dans du sable aquifère, soit à niveau plein, soit à niveau vide.

Au cours d'un forage à niveau plein, on rencontre des zones de moindre résistance, aux endroits où le terrain contient le plus d'eau. A niveau vide, on remarque des endroits où la venue d'eau est plus importante qu'à d'autres. Il semble donc qu'il existe, dans les nappes aquifères imbibant des couches sableuses, un réseau de veines où la circulation de l'eau est plus intense que dans le reste de la couche.

Abstraction faite de ces irrégularités, on peut considérer que les terrains meubles des nappes aquifères occupent un volume plus considérable que s'ils étaient secs.

(1) Communication faite à la séance du 17 avril 1904.

J'ai vérifié le fait, par des expériences, dans le laboratoire de physique de l'Université de Liége, que M. De Heen a gracieusement mis à ma disposition.

J'ai rempli, sur une hauteur de 26 centimètres environ, un cylindre en métal de 30 centimètres de hauteur et de 6 centimètres de diamètre intérieur, avec du sable imbibé *capillairement* d'eau. Cette imbibition n'était, cependant, pas suffisante pour que de l'eau libre surnage.

La masse a été ensuite comprimée par un piston qui, ne s'adaptant pas exactement au cylindre, permettait à l'eau de fuir. Sous une pression relativement faible, le piston s'est abaissé de 2 centimètres environ et l'eau est venue s'amasser au-dessus de celui-ci.

Un trou d'un demi millimètre de diamètre, ménagé dans le cylindre, à une hauteur de 20 centimètres environ, laissait suinter de l'eau, avant que la pression fut appliquée. Ce suintement augmenta, dans une très forte proportion, lorsque la masse fut comprimée.

La pression ayant ensuite été supprimée, l'eau a été réabsorbée par le sable, et le piston est remonté. Comme une partie de l'eau avait fui par le trou latéral, je n'ai pu vérifier si ce dernier remontait au niveau initial.

Lorsque le piston a été enlevé, le trou latéral ne donnait plus d'eau et la couche de dix à douze centimètres de sable, qui se trouvait à la partie supérieure, n'était plus imprégnée que par de l'eau à l'état superficiel (pelliculaire).

M. Spring a observé un phénomène analogue avec de l'argile [1]. Celle-ci perd son eau quand on la comprime, au sein de l'eau, dans une enveloppe perméable, d'où elle ne

[1] Quelques expériences sur la perméabilité de l'argile. *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXIX.

peut s'échapper. Il n'est pas nécessaire que la pâte d'argile soit soumise à une forte pression pour abandonner son eau.

Ces expériences m'ont suggéré l'idée que, dans certains cas, les terrains qui surmontent les nappes captives peuvent, par la pression qu'ils exercent, influer sur le jaillissement de l'eau de ces nappes.

Il faut, évidemment, pour qu'une compression puisse se produire, que les terrains supérieurs soient déformables et que la couche aquifère soit perméable en petit et composée d'éléments meubles.

On peut considérer qu'une nappe captive exerce, en un point déterminé de son toit, une pression égale à la pression statique, diminuée de la perte de charge totalisée depuis le niveau de la nappe libre qui la limite en amont.

Si nous forons un puits atteignant une telle nappe captive, la vitesse d'écoulement et la perte de charge croissant, l'équilibre sera rompu.

Le terrain, primitivement sursaturé, avoisinant le puits, se dégorgera d'une certaine quantité d'eau, c'est-à-dire que les grains, primitivement écartés les uns des autres par une lamelle d'eau d'une certaine épaisseur, tendront à se rapprocher. Il en résultera un affaisement du toit, qui s'arrêtera lorsque les grains seront distants les uns des autres d'une quantité correspondant à celle du nouvel équilibre.

La vitesse d'écoulement de l'eau vers le puits diminuant au fur et à mesure que l'on s'en éloigne, il est aisé de concevoir que, théoriquement, l'affaisement aura plus ou moins la forme d'un cône renversé. Etant donnée l'énorme étendue de celui-ci, par rapport au diamètre du puits, la dépression ne sera pas appréciable à la surface du sol.

Si je me suis permis de communiquer cette hypothèse à la Société géologique, c'est qu'elle permet d'expliquer certains phénomènes qui paraissaient inexplicables, notamment :

1°) La décroissance du débit de certains jaillissements captifs, suivie de l'établissement d'un régime constant.

2°) La cause du jaillissement des eaux de certaines nappes captives, auxquelles on ne connaît pas de zone alimentaire.

3°) Il est même théoriquement possible, si l'on admet cette hypothèse, qu'une couche perméable aquifère horizontale puisse fournir un jaillissement d'eau captive.

Les grandes lignes de la géologie des terrains primaires de la Belgique (¹),

PAR

Max LOHEST (²).

(Planche VII).

Répartition et tectonique générale.

Si l'on suppose enlevés les terrains secondaires tertiaires et quaternaires, le trait caractéristique de la répartition des terrains primaires, en Belgique, est la présence de massifs siluro-cambriens, répartis sous forme d'îlots au milieu des terrains dévoniens et carbonifères (voir la carte, pl. VII). Nous verrons que ces massifs siluro-cambriens peuvent, pratiquement, être envisagés comme

(¹) M. G. Dewalque vient de publier une nouvelle édition de sa carte géologique au 500 000ᵉ, mise entièrement d'accord avec les derniers progrès scientifiques.

Cette carte est très différente des cartes géologiques d'ensemble publiées antérieurement, au point de vue de la détermination de l'âge des terrains primaires du bord nord du bassin de Dinant, du bassin de Namur et du massif du Brabant ; elle indique également le nouveau bassin de la Campine.

L'interprétation de cet excellent document peut donc présenter quelque difficulté, pour ceux qui ne se sont pas tenus entièrement au courant des progrès accomplis dans la géologie de nos terrains primaires.

Notre première intention était de figurer simplement deux coupes théoriques, dans le but de faciliter cette interprétation. Mais nous nous sommes aperçu que ces coupes exigeaient elles-mêmes quelques mots d'explication.

Le lecteur nous excusera de ne pas présenter de bibliographie à ce sujet ; car nous aurions dû citer, non seulement les ouvrages les plus importants de d'Omalius, Dumont, G. Dewalque, Gosselet, etc., mais également à peu près tous les travaux parus sur les terrains primaires de la Belgique.

(²) Communication faite à la séance du 21 février 1904.

les sommets érodés de vastes plis anticlinaux, comprenant entre eux de grands synclinaux.

Nous distinguerons donc successivement, du Sud au Nord, les *anticlinaux* :

1° de Givonne;

2° de Rocroi — Serpont — Stavelot, ou de l'Ardenne;

3° du Condroz;

4° du Brabant;

et, entre ces anticlinaux, les bassins ou *synclinaux* suivants :

1° de l'Eifel;

2° de Dinant;

3° de Namur;

4° de la Campine.

Ces grands anticlinaux, comme les grands synclinaux que nous distinguons, ne sont pas simples, mais compliqués d'ondulations secondaires. Les observations de M. Malaise démontrent ce fait pour l'anticlinal du Brabant. M. Forir et moi, nous croyons l'avoir prouvé également pour l'extrémité orientale de l'anticlinal de l'Ardenne (fig. 1).

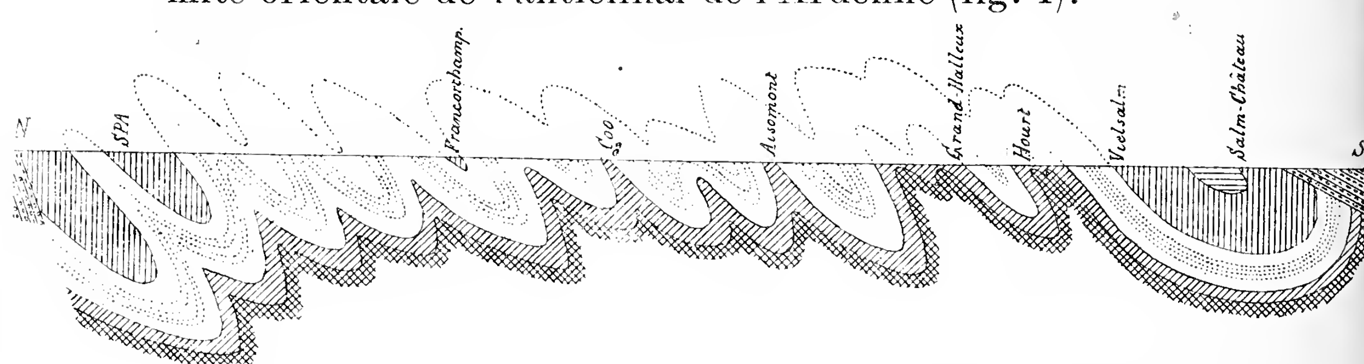


Fig. 1. — Coupe schématique, suivant une ligne N-S., du massif cambrien de Stavelot.

Gedinnien. Lignes séparées par des rangées de points.
Salmien supérieur. Hachures horizontales.
Salmien inférieur. Hachures verticales.
Révinien. Sans hachures, avec lignes pointillées.
Devillien supérieur. Hachures obliques.
Devillien inférieur. Quadrillé.

Echelle de 1 : 250 000.

Un coup d'œil jeté sur la carte géologique du bassin de Dinant, avec ses bandes alternantes de Dévonien et de Carbonifère, indique aussi une série de plis synclinaux et anticlinaux secondaires.

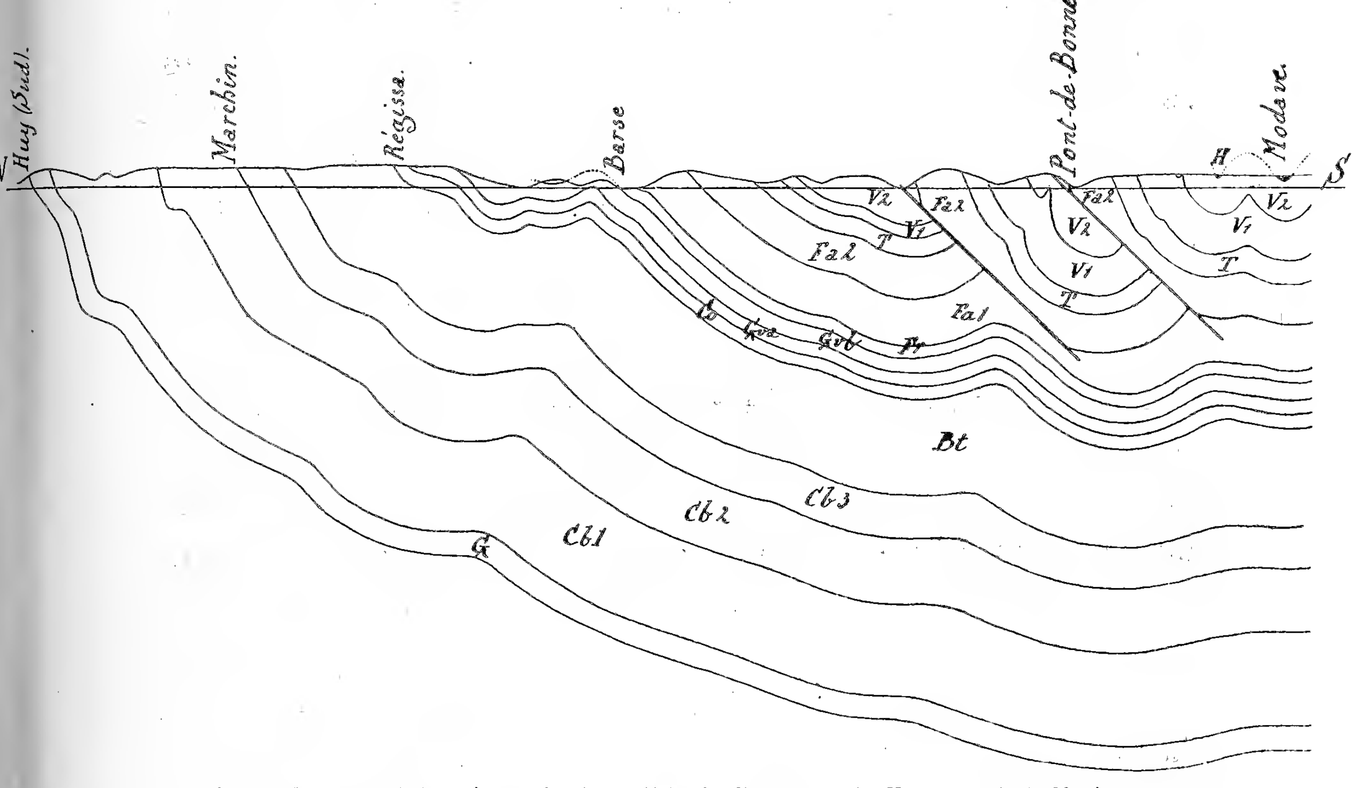


Fig. 2. — Coupe schématique de la vallée du Hoyoux, de Huy (Sud) à Modave.

Les notations sont celles de la légende de la Carte géologique au 40 000e.

Echelle de 1 : 80 000.

Les axes de tous ces anticlinaux et synclinaux secondaires sont sensiblement parallèles entre eux et parallèles également aux lignes anticlinales et synclinales de premier ordre. Cependant, dans l'ensemble, on observe une certaine divergence de toutes ces lignes, celles-ci se rapprochant vers l'Est pour s'épanouir en éventail vers l'Ouest. Cette disposition est nettement marquée sur la carte (pl. VII).

On peut en déduire, a priori, que les plisements, les chevauchements, et les charriages doivent être plus accentués vers l'Est de notre pays qu'à l'Ouest. Cette hypothèse

semble confirmée par les récents travaux de M. P. Fourmarier, qui nous font entrevoir, pour la région orientale, des phénomènes de charriage plus importants que dans le reste du pays.

Au sud d'une ligne courbe passant par Hirson, Mézières, Marbehan et Diekirch, les terrains primaires sont recouverts de dépôts secondaires, qui n'ont guère encore été traversés par des sondages. On ne peut faire que des hypothèses au sujet de leur âge et de leur allure; il est vraisemblable qu'il y existe de nouvelles lignes synclinales et anticlinales, parallèles aux lignes directrices de Givonne, de l'Eifel et de l'Ardenne.

Ce serait une erreur de croire que les arêtes de tous ces plis synclinaux et anticlinaux sont horizontales. Elles présentent, au contraire, des inflexions très marquées, donnant naissance à des synclinaux transversaux, dont la direction est perpendiculaire à l'allure générale du plissement.

Si l'on examine l'anticlinal de l'Ardenne, tel que nous l'avons représenté sur la carte, on voit qu'il subit une flexion importante aux environs de La Roche. Cette flexion est surtout bien marquée sur la carte de M. G. Dewalque, où l'assise coblencienne de Houffalize *r3* réunit le bassin de l'Eifel au bassin de Dinant, en formant le détroit de Beausaint au SW. de La Roche. La direction de la vallée de l'Ourthe, à La Roche, parallèle à l'axe de ce synclinal transversal, paraît avoir été influencée par sa présence.

Un autre synclinal transversal est caractérisé, dans la région de Dinant, par le grand épanouissement des calcaires carbonifères, englobant le petit bassin houiller d'Anhée. La trajectoire de la Meuse, dans sa traversée du bassin de Namur, paraît avoir été déterminée par la présence de ce synclinal transversal, dont elle suit précisément l'axe.

On peut encore distinguer d'autres plis transversaux : celui de Modave, correspondant à la vallée du Hoyoux, occupe une situation géologique analogue à celui d'Anhée; celui de Chanxhe, indiqué par la présence de petits bassins fermés de Calcaire carbonifère, semble également avoir influencé la direction du cours de l'Ourthe.

Enfin, un anticlinal transversal de calcaire dinantien (carbonifère), intéressant au point de vue industriel, en ce sens qu'il interrompt la continuité du terrain houiller, s'observe, dans le bassin de Namur, entre cette localité et Huy; il est connu sous le nom de crête du Samson.

Différence de constitution géologique des synclinaux de premier ordre.

Les quatre grands bassins primaires, que nous venons de distinguer, présentent des différences assez notables, au point de vue du nombre des séries primaires représentées.

La série rhénane fait défaut dans les bassins de Namur et de la Campine. Les séries famennienne, dinantienne et houillère manquent dans le synclinal de l'Eifel.

La série houillère, bien développée dans les bassins de Namur et de la Campine, n'est connue que par ses assises inférieures dans le synclinal de Dinant.

Facies minéralogiques.

L'étude des modifications que présentent les dépôts contemporains, suivant la région où on les observe, est, malheureusement, encore peu avancée en Belgique. Nous essayerons de résumer les principales variations originelles de facies, observées dans nos terrains primaires.

Série rhénane.

La série rhénane atteint son maximum d'épaisseur dans le bassin de l'Eifel, et semble diminuer progressivement d'importance, à mesure que l'on s'avance vers le Nord, jusque contre la bordure du massif silurien du Condroz.

D'autre part, les sédiments de cette époque sont, dans leur ensemble, plus argileux dans le bassin de l'Eifel, où les schistes et phyllades prédominent, que dans le bassin de Dinant, surtout au Nord, où les grès l'emportent.

Les poudingues de la fin de la série sont localisés au nord du bassin de Dinant et contre la bordure septentrionale du massif de Stavelot.

Série eifélienne.

Les sédiments eiféliens sont, en général, plus calcareux au Sud qu'au Nord.

Au bord septentrional du synclinal de Dinant, on observe des poudingues contemporains des calcaires couviniens et givétiens du bord méridional.

Dans le bassin de Namur, on remarque, en certaines places, des grès et des poudingues givétiens, contemporains des calcaires de l'Eifel et du bord sud du bassin de Dinant.

Série famennienne.

Étage frasnien. — L'étage frasnien présente sensiblement les mêmes caractères dans le bassin de Namur et au nord du bassin de Dinant.

La partie supérieure est plus schisteuse au sud du synclinal de Dinant (schistes de Matagne), plus calcareuse au nord; on observe, au midi, un développement remarquable des formations coralliennes, surtout vers la fin de cet étage.

13 MAI 1904.

Étage condrusien. — Les dépôts de l'étage condrusien sont plus argileux au Sud et à l'Ouest qu'au Nord et à l'Est, où l'élément sableux prédomine. Les couches argilo-sableuses diminuent beaucoup d'épaisseur vers le Nord.

Série dinantienne.

Les couches calcaires, caractéristiques de l'époque dinantienne, présentent une composition assez uniforme partout. Dans la région centrale du synclinal de Dinant, on observe des formations coralliennes. La partie inférieure de la série est souvent dolomitisée au nord du massif silurien du Condroz et à l'est.

L'épaisseur de la série paraît diminuer progressivement vers le Nord, où l'on observe surtout une réduction de l'étage inférieur.

Série houillère. — Le terrain houiller n'est guère représenté que par ses assises inférieures, dans le bassin de Dinant; il est plus complet dans les bassins de Namur et de la Campine, où il présente toute la succession des couches jusqu'au Westphalien.

EXPLICATION DES DIFFÉRENCES DE COMPOSITION ET DE FACIES.

Sont-elles la conséquence de la présence d'îlots siluro-cambriens ?

La fin de l'époque silurienne fut caractérisée, dans nos régions, par un retrait de la mer. Le continent prédévonien était, non seulement constitué de sédiments siluriens et cambriens, mais était encore traversé de massifs granitiques, aujourd'hui cachés sous un épais manteau de couches sédimentaires. La présence d'arkoses dans le Rhénan et de roches à tourmaline dans les poudingues gedinniens, ne peut laisser de doute à cet égard.

On observe, d'autre part, les premiers sédiments rhénans, constitués par des poudingues, reposant en discordance sur le Siluro-Cambrien. Nous concluons donc à un plissement ante-dévonien, ayant entraîné, comme conséquence, un redressement et un métamorphisme des couches siluro-cambriennes (fig. 1).

Pendant l'invasion de la mer rhénane, ces massifs siluro-cambriens, que nous avons distingués sur la carte géologique, existaient-ils à l'état d'îlots émergés, donnant, en conséquence, un facies plus littoral aux dépôts formés dans leur voisinage? Nous ne le pensons pas et nous sommes plutôt disposés à attribuer la disposition actuelle de ces îlots, à l'érosion d'anticlinaux formés postérieurement.

En effet, lors de l'invasion successive de notre pays par les mers rhénane et eifélienne, on peut supposer que les premiers sédiments furent des amas de cailloux, formés au détriment des roches du sol envahi, et successivement déposés sur l'entièreté du territoire conquis.

Dans la suite, l'horizontalité primitive des couches fut modifiée par les plissements. Les massifs siluro-cambriens représenteraient donc l'emplacement des sommets d'anticlinaux, dont toutes les couches dévoniennes et carbonifères et une partie du noyau plus ancien auraient disparu par érosion et non des îlots entourés d'une ceinture originelle de dépôts littoraux.

L'isolement de ces anticlinaux, sous forme de massifs elliptiques, s'explique aisément par le phénomène du plissement général.

La séparation du massif de Givonne de celui de Rocroi est due à la formation du synclinal de l'Eifel; il en est de même de celle des massifs du Brabant et du Condroz.

L'isolement des massifs de Rocroi, de Serpont et de Stavelot est dû au défaut d'horizontalité de l'axe de l'anticlinal de l'Ardenne, dont le synclinal transversal de La Roche apparaît comme une conséquence.

Conformément à cette hypothèse, on voit les couches rhénanes épouser, dans ses grandes lignes, la direction des dépôts siluro-cambriens avoisinants. Les discordances de stratification observées consistent en différences d'inclinaison et non de direction. Une exception à cette règle paraît exister pour la partie sud-est du massif de Stavelot, où les couches cambriennes, de direction Est-Ouest, sont coupées en biseau par les couches rhénanes, de direction Nord-Est. Mais, dans cette région compliquée par de nombreuses failles, il peut s'être produit un charriage du Rhénan sur le Cambrien. La différence d'inclinaison qui existe entre le Rhénan faiblement incliné et le Cambrien redressé pourrait expliquer cette anomalie.

D'autre part, l'accentuation de plissement du Cambrien, postérieurement aux dépôts rhénans est incontestable pour d'autres régions; M. G. Dewalque nous en a montré, au nord de Spa, des preuves indiscutables.

Si nous sommes porté à croire que les îlots siluro-cambriens de Rocroi et de Stavelot ont été recouverts par des dépôts rhénans, a fortiori pensons-nous, qu'ils n'ont joué aucun rôle dans la répartition des terrains eiféliens, famenniens et dinantiens.

En se basant, en effet, sur les observations faites aujourd'hui dans les océans, il serait bien difficile d'admettre que les épaisses formations zoogènes de l'Eifélien et du Dinantien se soient effectuées au voisinage des continents.

Direction générale des transgressions marines paléozoïques en Belgique.

Dans cette étude, nous nous baserons sur les modifications minéralogiques observées pour des sédiments contemporains et nous admettrons, avec la plupart des géologues, que les dépôts caillouteux et sableux (pou-

dingues et grès) indiquent des formations plus littorales que les dépôts argileux (schistes) et calcareux.

En nous appuyant sur ce que nous avons résumé précédemment au sujet des facies minéralogiques, nous pourrons conclure que la transgression de la mer rhénane s'est effectuée du Sud vers le Nord. A l'appui de cette hypothèse, nous citerons l'épaisseur plus considérable des dépôts rhénans au Sud qu'au Nord; leur facies plus argileux au Sud et, enfin, leur absence dans les bassins septentrionaux de Namur et de la Campine.

Les dépôts rhénans sont, aujourd'hui, limités vers le Nord à la bordure méridionale de l'anticlinal du Condroz et l'on pourrait, pratiquement, supposer qu'ils ne se sont pas étendus plus loin. Cependant, comme M. H. de Dorlodot l'a fait observer, on peut croire qu'ils ont été représentés plus au Nord et enlevés à la suite d'une émersion un peu antérieure au Burnotien. On pourrait expliquer, par cette hypothèse, la présence de cailloux de roches tourmalinifères dans les poudingues burnotiens, cailloux qui proviennent, vraisemblablement, d'un remaniement du poudingue d'Ombret du rivage septentrional.

Il résulte de ces considérations sur l'envahissement successif de notre pays par la mer rhénane, que les dépôts du Nord ne sont pas strictement contemporains de ceux du Sud, mais datent d'une époque un peu plus récente. Les trouvailles paléontologiques sont encore insuffisantes pour appuyer fortement cette hypothèse.

L'époque eifélienne est marquée, en Belgique, comme partout dans l'hémisphère nord, par une grande transgression, minéralogiquement caractérisée par l'importance des dépôts calcareux zoogènes. Cette transgression s'est, comme la précédente, effectuée, dans nos régions, du Sud

vers le Nord. A l'appui de cette manière de voir, nous rappellerons le caractère littoral de l'Eifélien contre l'anticlinal du Condroz et dans le bassin de Namur.

L'envahissement du bassin de Namur, à l'époque eifélienne, contraste avec la transgression rhénane dans le bassin de Dinant. Tandis que, pendant cette dernière, la mer accumule, dans le bassin de Dinant, une épaisseur considérable de sédiments terrigènes, témoignant de la lenteur avec laquelle s'est produit l'envahissement, pendant l'Eifélien, au contraire, elle s'avance brusquement dans le bassin de Namur, où les dépôts calcareux zoogènes ne sont précédés que de quelques mètres de sédiments littoraux; on y observe même, parfois, le calcaire reposant directement sur le Silurien.

Sans vouloir attacher trop d'importance à cette idée, il nous paraît, cependant, que cet envahissement brusque pourrait bien avoir été occasionné par des failles d'affaissement, produites dans la région du futur anticlinal du Condroz.

Vers le début du Dévonien supérieur, c'est-à-dire pendant le Frasnien, commence à se produire un relèvement du sud de nos régions par rapport au nord. Les sédiments frasniens semblent témoigner, comme nous l'avons vu, d'un caractère plus littoral au Sud qu'au Nord. Ce mouvement paraît s'accentuer de plus en plus à l'époque famennienne, où un continent existait, vraisemblement, au sud-est de notre pays.

Nous citerons, à l'appui de cette hypothèse, le facies plus sableux, vers l'Est, des sédiments du Famennien supérieur, ainsi que la présence, à l'est des bassins de Dinant et de Namur, de nombreux ripple-marks, traces de craquelures, gouttes de pluie, végétaux terrestres, indices certains du voisinage d'un rivage.

Vers le Nord, les sédiments argilo-sableux s'amincissent considérablement et disparaissent parfois. Au sondage de Kessel, le Famennien supérieur n'est plus représenté que par un mètre de psammite et 9 mètres de macigno.

Il est possible, comme M. Forir l'a supposé pour ceux de Visé, que certains dépôts calcareux du nord-est du bassin de Namur, rangés dans le Frasnien, représentent le facies calcaire, contemporain des dépôts sableux du sud-ouest.

La série dinantienne offre, en Belgique, une composition trop uniforme pour pouvoir indiquer le sens de la grande transgression marine, caractéristique de cette époque.

Toutefois, l'épaisseur des dépôts calcaires inférieurs paraît diminuer vers le Nord ; elle est beaucoup plus faible dans le bassin de Namur que dans celui de Dinant, et le sondage de Kessel n'indique qu'une hauteur de 20 mètres pour le Tournaisien.

De vagues indices d'une légère discordance de stratification entre le Dinantien et le Houiller paraissent indiquer une période continentale de courte durée, pendant laquelle la dissolution de Calcaire carbonifère aurait donné naissance, en certains points, à des conglomérats à cherts, la désagrégation de ses assises formant, d'autre part, des brêches à éléments hétérogènes et à ciment rouge [1].

L'abondance du feldspath dans les roches de la série houillère, contrastant, sous ce rapport, avec les sédiments famenniens, où cet élément fait défaut, indique, selon nous, une direction Nord-Sud pour la transgression houillère. L'isolement de petits bassins houillers, au milieu des

[1] Notre manière de voir, à ce sujet, appuyée sur des observations, a été développée lors de l'excursion de la Société géologique à Yvoir, le 10 septembre 1901, excursion dont le compte-rendu n'a pas encore été publié.

synclinaux dinantiens du Condroz, est, à notre avis, une preuve évidente de la réunion primitive du Houiller du synclinal de Dinant à celui des bassins de Namur et de la Campine, par dessus les anticlinaux du Condroz et du Brabant. En effet, il est matériellement impossible de rechercher l'origine des roches feldspathiques houillères dans la désagrégation du calcaire dinantien, préexistant partout au Sud. Il serait, de même, bien difficile d'en trouver l'origine en Ardenne. Seuls, certains poudingues à cailloux de cherts carbonifères et de quartz blanc, paraissent provenir de cette région.

On pourrait les considérer comme des sédiments fluviaux, venant du Sud [1].

Explication des coupes.

Etat de la Belgique avant le plissement hercynien.

Pl. VII, Coupe supérieure.

Sur un sol composé de couches cambro-siluriennes, nous admettons que les mers dévoniennes et carbonifères ont successivement déposé les séries suivantes :

a) *Rhénan.* Transgression venant du Sud. Les dépôts de cette époque s'avancent jusqu'aux environs du futur anticlinal du Condroz.

b) *Eifélien.* Transgression venant du Sud. Les dépôts de cette époque recouvrent la totalité de notre territoire.

c) *Famennien.* Emersion du Sud-Est. Les dépôts littoraux de cette époque s'amincissent vers le Nord [2].

(1) La coupe donnée par M. Hock (*Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. V, p. 115) confirme, en tous points, cette hypothèse.

(2) C'est par erreur qu'une flèche a été tracée, sur la coupe, à gauche et en regard des dépôts famenniens.

d) *Dinantien.* Les dépôts de cette époque recouvrent la totalité de notre territoire.

e) *Houiller.* Transgression venant du Nord. Les dépôts de cette époque s'avancent jusqu'au sud de Dinant.

Plissements hercyniens.

Pl. VII. Coupes A-B et C-D.

Ces deux coupes montrent, avec une échelle des hauteurs exagérée, la structure actuelle du sol primaire de notre pays. En formant, dans les séries primitivement horizontales, figurées dans la coupe supérieure, trois anticlinaux séparant quatre synclinaux et en faisant disparaître, par érosion, tout ce qui est supérieur à la ligne de projection de la surface actuelle du sol, on obtient facilement la coupe A B.

On peut considérer le plissement comme produit par une poussée venant du Sud, ayant occasionné la dissymétrie des plis ; les synclinaux et les anticlinaux sont même souvent renversés, c'est-à-dire que l'inclinaison générale des couches se fait vers le Sud, sur les deux flancs du même pli. La même poussée a également provoqué la formation de nombreuses failles inverses, à pied sud (voir fig. 1 et 2).

La coupe C D montre l'anticlinal du Condroz remplacé par un pli-faille de l'espèce.

L'anticlinal du Condroz et le pli-faille qui le remplace, s'effectuent dans une zone où s'est opéré un maximum de sédimentation. L'étude de la structure des grands massifs montagneux fournit d'autres exemples analogues du même phénomène.

Découverte de filons de galène dans le terrain houiller productif de Charleroi,

PAR

J. SMEYSTERS (1).

(Planche VIII)

Dans une communication faite le 19 juillet dernier (2) à la Société géologique de Belgique, j'ai eu l'honneur de vous faire connaître la découverte, au puits Belle-Vue du Charbonnage d'Amercœur, à Jumet, d'un filon de galène rencontré à l'étage de 700 mètres, dans le grès sous-jacent à un veiniat représentant le passage de la couche Gros-Pierre, appartenant à la série dite du Gouffre. En signalant ce fait intéressant et nouveau pour le bassin de Charleroi, je renseignais qu'un travers-banc ouvert à $5^m.60$ en contrebas du niveau de 700 mètres, en vue de l'établissement d'une tenue d'eau, était appelé à recouper le même filon et à nous fournir une indication plus précise sur la continuité de la formation métallifère, ainsi que sur son importance éventuelle.

Comme il avait été prévu, la cassure a été, de rechef, traversée au bouveau inférieur, à 50 mètres environ au sud du puits, et une communication a été établie avec le travers-bancs de 700 mètres (voir fig. 1, pl. VIII).

(1) Communication faite à la séance du 17 avril 1904.

(2) *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXX, pp. B 120-122.

La fracture y présente les mêmes caractères qu'à ce dernier niveau et, ainsi que le montre le croquis, l'allure en est assez tourmentée. On y a trouvé un peu de galène, identique, d'ailleurs, à celle du niveau supérieur.

Les cristaux de *PbS*, répartis çà et là, entre les lèvres de la cassure, se trouvaient compris entre des salbandes dont quelques témoins méritent de fixer l'attention. Parmi ces derniers, les uns sont recouverts d'une véritable croûte de quartz; d'autres, d'une agglomération de cristaux de calcite. On y observe aussi de nombreux grains de pyrite finement cristallisée et même, sur certains d'entre eux, de la blende.

Indépendamment d'intercalations de calcite dans les fentes de la roche, on constate, sur certains échantillons, un enduit pulvérulent, blanc, doux au toucher, effervescent au contact des acides et constitué, d'après l'analyse sommaire qui en a été faite, de carbonate de chaux associé à de la silice libre.

La composition minéralogique de la salbande permet de supposer que le dépôt de quartz doit son origine à la précipitation de la silice de silicates probablement alcalins, par l'anhydride carbonique d'un carbonate calcique, dissous à la faveur d'un excès de cet acide.



Les Charbonnages Réunis de Charleroi viennent, à leur tour, de mettre à découvert, dans un travers-banc nord, pris à 910 mètres en chasse levant de la couche Dix-Paumes, déhouillée à l'étage de 162 mètres du siège dit « des Hamendes », un mince filon de galène offrant une grande analogie avec celui dont je viens de parler. C'est à 170 mètres environ de la couche Dix-Paumes, que s'est effectué ce recoupage. La fracture, dont l'ouverture varie

de 20 à 24 $^{m}/_{m}$, s'étend, dans la galerie, du NE. au SW., en faisant un angle de 21° avec l'axe du percement. Elle apparaît à la paroi couchant, dans une assise gréseuse sur laquelle repose un veiniat de $0^{m}.20$, traverse ce dernier sans en affecter en rien la stratification et se marque à la paroi levant, dans le banc de schiste qui le surmonte (voir fig. 2, pl. VIII) ; son inclinaison vers le NW. varie de 65° à 85°. C'est à la paroi couchant, c'est-à-dire dans l'assise gréseuse, que la galène a été rencontrée. Le minerai n'existe plus à $0^{m}.25$ ou $0.^{m}30$ au delà de cette paroi et disparaît également dans le reste de la cassure, où l'on ne trouve qu'un remplissage de schiste houiller décomposé. A $5^{m}.50$ de cette fracture, s'en rencontre une seconde, dans laquelle on n'a constaté que du schiste décomposé.

Dans l'une ainsi que dans l'autre, les salbandes montrent de la pyrite, des cristaux de calcite et de la matière pulvérulente, blanche, calcifère, comme celle du filon de Belle-Vue.

Au point de vue stratigraphique, celui du puits des Hamendes se trouve à 70 mètres environ de la couche Gros-Pierre vers laquelle le bouveau est dirigé. Il se rencontre, par suite, dans un horizon sensiblement plus élevé que celui de Belle-Vue, mais appartenant, néanmoins, au faisceau des couches du Gouffre.

Le puits des Hamendes étant situé à 3 895 mètres à l'est et à 882 mètres au nord du puits Belle-Vue, les points de recoupe des deux fractures métallifères sont distants de 4 805 mètres dans le sens E.-W., de 1 052 mètres dans le sens N.-S. et, en tenant compte de l'altitude des deux puits, de $529^{m}.50$ verticalement.

Il n'est donc pas probable, que l'on ait affaire au même filon. Il semblerait plutôt que ce soient deux ramifications secondaires d'un filon principal, que l'extension des travaux miniers mettra, sans doute, quelque jour en évidence.

Quoi qu'il en soit, cette double constatation de la présence de galène dans le terrain houiller productif de Charleroi, offre un grand intérêt, par ce fait que c'est la première fois qu'elle y est signalée.

Notice sur quelques puits naturels du terrain houiller de Charleroi,

PAR

J. SMEYSTERS [1].

(Planches IX et X)

Les puits naturels se rencontrent fréquemment dans le bassin houiller du Hainaut. Cornet et Briart, dans un travail inséré aux *Bulletins de l'Académie royale de Belgique* [2], ont fourni d'intéressants renseignements sur des accidents de l'espèce, relevés aux charbonnages de Bascoup, à Chapelle-lez-Herlaimont et de Sars-Longchamp, à la Louvière. Plus tard, l'ingénieur Arnould du Corps des mines a décrit, dans son mémoire sur le bassin houiller du couchant de Mons, les puits naturels constatés aux charbonnages des Produits, de Hornu-et-Wasmes, du Grand-Hornu, d'Elouges et de Bernissart. On se rappelle le retentissement que provoqua, dans le monde scientifique, la découverte de volumineux ossements d'iguanodons, dont bon nombre purent être intégralement reconstitués et qui forment, au Musée d'histoire naturelle de Bruxelles, une collection unique. Ces fossiles, associés à de nombreux exemplaires de poissons et de tortues, ainsi qu'à des restes de végétaux, ont fait rapporter à l'étage wealdien, l'argile

(1) Communication faite à la séance du 17 avril 1904.
(2) 2e série, tome XXIV, 1870.

noirâtre au sein de laquelle ces débris se trouvaient enfouis.

*
* *

Le bassin de Charleroi, dans sa région occidentale, nous offre également des exemples de ces puits naturels.

Puits naturels des charbonnages de Courcelles.

C'est ainsi, qu'aux charbonnages de Courcelles, les travaux d'exploitation n'en ont pas fait reconnaître moins de cinq (voir planche IX, fig. 1).

Si les renseignements manquent, malheureusement, sur les conditions détaillées de quelques-uns d'entr'eux, décelés par des travaux remontant à une époque assez éloignée, par contre, il en est trois, dont l'un récemment découvert, sur lesquels nous possédons des données suffisamment précises.

Dans mon étude sur la constitution de la partie orientale du bassin houiller du Hainaut (¹), j'ai mentionné l'existence du premier de ces puits naturels, à proximité du siège n° 8 et signalé les circonstances particulièrement remarquables dans lesquelles il se présente (puits A).

Ainsi que le montrent les fig. 2 et 3 (planche IX), il a été bien reconnu par les exploitations ouvertes aux niveaux de 350 mètres, 376 mètres et 382 mètres de ce siège.

Il affecte une forme grossièrement elliptique dont les axes mesurent respectivement 150 et 100 mètres à la hauteur de la couche Grande-Veine. Les travaux pratiqués aux niveaux préindiqués ont établi qu'il s'évase dans sa partie inférieure, alors que ceux exécutés aux étages supérieurs, dans les couches Belle-Veine, les branches de Ste-

(¹) *Annales des mines de Belgique*, tome V, 1900.

Barbe, Plateure et Pouyeuse, accusent un rétrécissement de la section dont le diamètre moyen descend jusque 40 mètres. Comme le montre la coupe qui en a été dressée, il recoupe à peu près verticalement le faisceau des couches, au milieu du pli synclinal qu'elles forment dans cette région du gisement, pli dont la direction est sensiblement Est-Ouest. Mais, fait intéressant à signaler, les travaux ont permis de constater que c'est le fond même du synclinal qui s'est affaissé dans le périmètre du puits naturel, d'une hauteur d'environ 50 mètres, tout en conservant une régularité suffisante pour que les lambeaux effondrés des couches Plateure et Pouyeuse aient pu y être déhouillés, avec profit, en 1886.

Cet exemple n'est, d'ailleurs, pas le seul que l'on puisse citer au charbonnage de Courcelles. Un autre puits naturel (B), situé à 600 mètres à l'ouest et à 200 mètres au nord du précédent, grossièrement circulaire à la hauteur de la veine Richesse, où son diamètre moyen atteint 100 mètres, a fourni des lambeaux des couches Belle-et-Bonne et Richesse, en dressant, qui y ont été partiellement exploités au niveau de 165 mètres. Il a été traversé, au niveau de 291 mètres, dans la Grande-Veine, où sa section se réduit à 100 mètres sur 50 mètres. Les couches gisant, en cet endroit, en plateures inclinées vers le Sud, la position des lambeaux accuse un affaissement des strates, analogue à celui que nous avons signalé plus haut (voir fig. 10 et 11, planche X).

D'après les renseignements recueillis par la direction du charbonnage de Courcelles, la zone d'effondrement se trouvait, dans l'un et l'autre cas, circonscrite par des blocs de terrains détachés des parois du puits, réunis par un ciment de schiste argileux, dû à une altération par les eaux.

Au voisinage du premier de ces deux puits se manifestent quelques failles de plissement et autres, peu impor-

tantes d'ailleurs, qui ne me paraissent pas nécessairement se relier au phénomène d'affaissement dont ils sont la manifestation. J'ajouterai que, de part et d'autre des parties affaissées, les couches se poursuivent invariablement au même niveau et régulières d'allure.

On ignore, en ce qui concerne les puits A et B, s'ils se prolongent ou non jusqu'à la surface. Il n'en semble pas moins que ce phénomène doive être attribué à une dissolution, par des sources acides, du calcaire sous-jacent au terrain houiller proprement dit. C'était l'opinion de Briart et elle a été adoptée, dans la suite, par la plupart des géologues. Cette conclusion s'applique, vraisemblablement, aux puits D et E, sur lesquels les renseignements manquent.

Le puits naturel C (fig. 4, pl. X et fig. 5, pl. IX), récemment reconnu par les travaux d'exploitation du même charbonnage, ménagés dans la couche Grande-Veine; à l'étage de 476 mètres du siège n° 8, dans Plateure, à l'étage de 376 mètres et dans Richesse, à l'étage de 350 mètres, nous fournit, par contre, des données circonstanciées, non seulement sur sa configuration, mais encore sur la nature des matières détritiques qu'il renferme et qui, en majeure partie, appartiennent aux morts-terrains de la région.

Ce puits a été rencontré à 800 mètres à l'ouest et à 50 mètres au nord du dit siège. Il se trouve sur le prolongement du pli synclinal, mentionné à l'occasion du premier des précédents accidents (fig. 1, pl. IX).

Il a été presque entièrement contourné par les exploitations de la Grande-Veine, où il affecte une forme elliptique assez irrégulière. Une galerie ouverte à la cote de 428 mètres, à partir de la dite couche en allure parfaitement réglée et puissante de $0^{m}80$, l'a traversé de part en part et a mis successivement à nu les roches ci-après (fig. 6, pl. X):

Roc gris et mur de Grande-Veine	4m.40
Sable quartzeux, avec rares parcelles de mica blanc, renfermant du lignite	0m.25
Argile grise et argile noire (Bleu des mineurs), avec fragments de lignite	8m.25
Argile noire, ligniteuse	9m.75
Argilite, avec traces de lignite (Bleu dur). . .	0m.50
Argile noire (Bleu).	4m.00
Sable quartzeux, gris, légèrement micacé. . .	0m.20
Argile noire (Bleu).	2m.00
Argilite noire (Bleu dur), avec morceaux de psammite.	8m.00
Roc tendre de la paroi (toit de Grande-Veine) .	7m.70
Ensemble. . .	45m.05

Ainsi que le montre la fig. 4 (pl. X), le petit axe de l'ellipse que forme la section du puits naturel atteint, au niveau du percement, 32m.95, alors que le grand axe en mesure 45.

Le même accident a été rencontré dans l'exploitation de la couche Plateure, à l'étage de 376 mètres. Une galerie de reconnaissance, ouverte à la cote de 341m.85, dans sa partie nord, comme les travaux de la couche susnommée, ont montré que la section du puits présente, à ce niveau, une forme elliptique, dont le grand axe mesure 54 mètres et le petit axe 34.

Quant à la matière de remplissage, la galerie qui y a été percée, a traversé successivement les terrains ci-après (fig. 7, pl. X) :

Roc tendre de la couche Plateure	3m.00
Sable quartzeux, avec quelques paillettes de mica.	0m.60
Roc tendre, mur, sable et argile noire mélangés.	19m.50
Sable quartzeux, légèrement micacé, renfermant du lignite.	1m.00
Roc tendre de la couche Plateure.	2m.70
Ensemble . .	26m.80

dont 21^{m}.10 dans le puits naturel proprement dit. Toutefois, à raison de la position même de la galerie, le petit axe de la section dépasse cette longueur de 13 mètres environ. La section, au niveau de la couche Plateure, serait, dès lors, un peu supérieure à celle du niveau de la Grande-Veine, mais la différence reste assez faible.

Le puits naturel C offre donc, quant à la matière de remplissage, une différence capitale avec celle constatée dans les puits précédents. Sans doute, la nature complexe de cette matière en rend difficile à saisir la signification géologique réelle. Le sable et les argiles noires ligniteuses me paraissaient, tout d'abord, devoir être rapportés à l'étage landénien; je les crois, actuellement, wealdiens et non landéniens (1). Quoi qu'il en soit, leur origine superficielle n'est pas contestable et cette circonstance montre que, contrairement aux cas douteux susvisés, le puits s'est bien étendu jusqu'à la surface.

En somme, la façon dont se présente celui-ci, diffère sensiblement de celle des puits A et B. La section en est beaucoup plus restreinte et, tandis que ces derniers nous offrent l'exemple d'un affaissement en masse et localisé du terrain houiller, nous voyons ici un véritable couloir rempli de matières détritiques, en grande partie venues de la surface et descendues jusqu'au niveau de 476 mètres. Si l'on tient compte de ce que le substratum calcaire du bassin houiller se trouve à plus de 800 mètres sous la

(1) S'il en était ainsi, le Wealdien se serait étendu, vers l'Est, à plus de 16 kilomètres du point extrême où il a été constaté dans la construction du canal du Centre, sur le territoire de Bracquegnies.

Depuis la séance du 17 avril 1904, M. le professeur A. Gilkinet a trouvé, dans les échantillons d'argile noire, ligniteuse et d'argile grise, qui y ont été montrés, des végétaux fossiles, incontestablement wealdiens, notamment *Equisetum Lyelli*, Mant., un superbe exemplaire de fructification d'*Equisetum sp.* et des bois transformés en lignite.

Grande-Veine, on a peine à s'imaginer un affaissement des strates houillères provoqué par une dissolution du calcaire sous-jacent, affaissement qui se serait propagé jusqu'à la surface, sur une aire aussi restreinte.

D'autre part, l'hypothèse d'une origine superficielle semble difficilement acceptable. Je suis donc tenté de voir, dans le puits qui nous occupe, un geyser oblitéré par une accumulation de débris de roches de la surface, associés à des produits d'altération des parois du conduit.

Puits naturel du charbonnage de Bayemont.

Le charbonnage de Bayemont nous fournit un autre exemple de ces singuliers dérangements. Celui-ci a été rencontré à 1 330 mètres à l'ouest du puits Saint-Charles et à 70 mètres environ vers le sud. Il a été successivement reconnu par les travaux ouverts dans la couche Crèvecœur, entre les niveaux de 565 mètres et 593 mètres, dans la couche Brôze, entre les niveaux de $631^{m}.50$ et $652^{m}.60$ et enfin, dans la couche Cense, à la cote de $716^{m}.45$.

La forme en est elliptique, de 46 mètres sur 25 dans cette dernière couche, de 47 mètres sur 29 dans Brôze et de 40 mètres sur 20 dans Crèvecœur. Le puits n'y est pas vertical ; à partir de Brôze, il dévie vers le Sud, alors que la partie supérieure reste sensiblement normale à la stratification (fig. 8 et 9, pl. X). Il faut y voir l'effet d'un glissement postérieur des strades.

La matière de remplissage, autant qu'on l'a pu observer, était composée de rognons de sidérose et de blocs de roches houillères, réunis par un ciment argileux, provenant de la décomposition du schiste. Les matières détritiques étaient humides et, quand on s'en est approché dans la couche Crèvecœur (1888), il s'en est dégagé une forte quantité de

grisou. Cette circonstance est à rapprocher de la réduction qu'éprouve la section du puits naturel, au niveau de la couche Crèvecœur. Il ne semble pas que ce dernier se prolonge de beaucoup au-dessus de cette dernière couche, car les exploitations poursuivies dans les veines Catula et Masse, distantes normalement de 100 mètres et de 125 mètres de Crèvecœur, n'ont, dans cette région, révélé que des altérations d'allure sans importance. Par contre, il est probable qu'il s'évase dans sa partie inférieure et, dès lors, l'hypothèse d'un affaissement dû à une dissolution du calcaire sous-jacent, reste admissible. Les conditions de ce puits naturel seraient donc semblables à celle des puits A et B du charbonnage de Courcelles, sauf que, pour ces derniers, la partie effondrée ne s'est pas disloquée et a pu faire l'objet d'une certaine exploitation. Le puits C, au contraire, s'est étendu certainement jusqu'à la surface, ainsi que l'atteste la nature du remplissage; c'est ce qui le différencie des autres et semble devoir lui faire attribuer une autre origine.

On peut supposer aussi que, dans un cas comme dans l'autre, l'action d'une éjaculation de sources acides a pu s'exercer en même temps que se dissolvait le substratum calcaire.

Le groupement des quatre puits A, B, C et D du charbonnage de Courcelles (fig. 1, pl. IX), vient à l'appui de cette hypothèse.

Néanmoins, il faut bien le reconnaître, la lumière est loin d'être faite sur la cause réelle de ces curieux accidents; mais on peut espérer que les exploitations pratiquées à l'avenir, en profondeur, viendront, pour certains d'entr'eux, soulever un coin du voile qui nous dérobe encore le véritable processus de leur formation.

Je crois devoir, en terminant, adresser mes bien sincères remercîments à M. Heuseux, directeur-gérant du

charbonnage de Courcelles; à M. Grad, son ingénieur, ainsi qu'à MM. Spinoit et de Marbais, respectivement directeur-gérant et ingénieur du charbonnage de Bayemont, qui ont eu l'obligeance de me documenter pour la rédaction de cette notice et de me fournir les éléments d'étude de l'intéressant problème qui en fait l'objet.

Faune et flore des psammites du Condroz (Famennien),

PAR

P. DESTINEZ (1).

En 1871, M. Mourlon entrepit l'étude de l'étage des psammites du Condroz (Dévonien supérieur); il commença celle-ci par la vallée de l'Ourthe, où cette formation est très développée; il releva minutieusement les couches, par des coupes très détaillées qui lui permirent de dresser une échelle stratigraphique dont il retrouva à peu près partout les différents termes. Il subdivisa l'étage en quatre assises, caractérisées, soit par la différence de constitution de leurs roches, soit par la faune ou la flore. Il est incontestable que, parmi le grand nombre de fossiles recueillis par M. Mourlon, assez bien d'espèces sont caractéristiques de certaines assises.

Avant les publications de M. Mourlon, on ne connaissait guère, de l'étage des psammites du Condroz, qu'une douzaine de fossiles, mais grâce à ses nombreuses recherches, le nombre en augmenta considérablement; c'est ainsi qu'on trouve mentionnés dans la liste qui accompagne le travail qu'il fit paraître entre 1875 et 1883 (2), cinquante-

(1) Communication faite à la séance du 15 mai 1904.

(2) Monographie du Famennien comprenant les psammites du Condroz et les schistes de la Famenne proprement dits (Dévonien supérieur). *Bull. Acad. r. de Belg.*, 2e sér., tt. XXXIX, XL, XLII ; 3e sér., t. IV.

six fossiles animaux et six plantes. En 1881 ([1]), dans une autre liste publiée par le même auteur, ce nombre est encore augmenté de dix et atteint ainsi le chiffre de septante-deux.

Depuis cette époque, de nombreuses et importantes recherches ont été entreprises dans l'étage en question et le nombre des espèces connues à ce jour a plus que doublé ; j'ai pensé qu'une nouvelle liste s'impose. Vivement encouragé à refaire ce travail par MM. les professeurs J. Fraipont et M. Lohest qui, tous deux, ont décrit et figuré, dans les *Annales de la Société géologique de Belgique*, un bon nombre d'espèces rares, telles que restes d'*Eurypterus*, de poissons et peut-être d'amphibiens. M. G. Dewalque a aussi décrit et figuré, dans les mêmes publications, deux nouvelles espèces dont un ophiure, *Protaster Decheni* et une plante *Crossochorda Marioni* et en a signalé d'autres, découvertes par lui.

Enfin moi-même, j'ai récolté et signalé un grand nombre de fossiles qui n'étaient pas connus en Belgique et qui ont fait l'objet de divers travaux, dans les mêmes *Annales*. Je me suis servi, en partie, de la liste dressée par M. Mourlon en 1881, en y intercalant les espèces découvertes depuis ou qui n'y sont pas mentionnées ; je les ai réparties, autant qu'il m'a été possible, dans leurs assises respectives, en indiquant, dans une colonne spéciale, celles dont le gisement n'est pas clairement désigné et, enfin, dans la dernière, les principales localités où elles ont été rencontrées.

Me conformant à la légende de la Carte géologique du royaume à l'échelle du 40 000e, j'ajoute à ma liste l'assise de Comblain-au-Pont (*Fa2d*), qui n'est pas mentionnée dans celle de M. Mourlon.

([1]) Géologie de la Belgique, t. II, 1881.

GENRE, ESPÈCE & AUTEUR.	ASSISES DE						LOCALITÉS.
	Esneux. *Fa1c*	Souverain-Pré. *Fa2a*	Monfort. *Fa2b*	Evieux. *Fa2c*	Comblain-au-Pont. *Fa2d*	Douteuse.	
CRUSTACÉS.							
Entomis sp. nov.	.	.	.	×		×	Méan, Douflamme.
Eurypterus Dewalquei, Fraipont	.	.	.	×	.	.	Modave (Pont de Bonne).
— — *var. longimanus*, Fraipont.	.	.	.	×	.	.	» »
— *Lohesti*, Fraipont	.	.	.	×	.	.	» »
— diverses espèces non déterminées	.	.	.	×	.	.	» »
POISSONS.							
Asterolepis Asmusii ? Agassiz	.	.	.	.	.	×	?
Botriolepis canadensis, Whiteaves.	.	.	.	×	.	.	Chèvremont.
Ctenacanthus sp. (rayon)	.	.		×	.	.	Ouffet, Modave.
Ctenodus (*Dipterus*) *flabelliformis*, Newb.	.	.		×	.	.	Amay, Amblève, Chanxhe, Ouffet, etc.
— *marginalis*, Agz.	.	.	.	×	.	.	» » » »
— *Murchisoni*, Pander.	.	.	.	×	.	.	» » » »
— — *Nelsoni*, Newberry	.	.	.	×	.	.	» » » »
— — *radiatus*, Newberry.	.	.	.	×	.	.	» » » »
Cricodus Agassizi, M. Lohest	.	.	.	×	.	.	Evieux.
Dendrodus Briarti, Lohest	.	.	.	×	.	.	Evieux, Strud, Chèvremont.
— *Traquairi*, Lohest	.	.	.	×	.	.	Evieux, Haltinnes, Chèvremont.
— *sigmoides*, *pars*, Agz. et Pand.	.	.		×	.	.	» » »
Dinichthys Terreli, Newb.	.	.	.	×	.	.	Ouffet, Chanxhe?

GENRE, ESPÈCE & AUTEUR.	ASSISES DE Esneux. *Fa1c*	Souverain-Pré. *Fa2a*	Monfort. *Fa2b*	Evieux. *Fa2c*	Comblain-au-Pont *Fa2d*	Douteuse.	LOCALITÉS.
Dinichthys tuberculatus, Newb.	.	.	.	×	.	.	Ouffet, Chanxhe ?
Glyptolæmus Kinnairdi, Huxley.	.	.	.	×	.	.	Modave, Strud.
Glyptolepis Benedeni, M. Lohest	.	.	.	×	.	.	Chèvremont, Strud.
— *multistriatus*, M. Lohest	.	.	.	×	.		Chèvremont, Evieux, Strud.
— *radians*, M. Lohest	.	.	.	×	.	.	Strud (Haltinnes)
Helodus sp. (dents).	.	.	.	×	.	.	Ouffet, Chanxhe, Amblève.
Holoptychius Dewalquei, M. Lohest	.	.	.	×	.	.	Chèvremont, Evieux.
— *Flemingii*, Agassiz	.	.	.	×	.	.	Chèvremont, Strud.
— *giganteus*, Agz.	.	.	.	×	.	.	Evieux, Strud, Chèvremont, etc.
— *inflexus*, M. Lohest		.	.	×	.	.	Evieux, Chèvremont, Strud, Angleur.
— *nobilissimus*, *pars*? Agz.	.	.	?	×	.	×	Isne-Sauvage, La Roq (Feluy).
Lamnodus minor ? M. Lohest	.	.	.	×	.	.	Ouffet, Amblève, Comblain-au-Pont, Rivage, Poulseur, Fontin, Amay.
Palædaphus insignis, De Kon. et Van Ben.	.	.	.	.	.	?	?
Pentagonolepis Konincki, M. Lohest.	.	.	.	×	.	.	Evieux, Chèvremont, Haltinnes, Modave.
Phyllolepis Corneti, M. Lohest.	.	.	.	×	.	.	Chèvremont, Strud (Haltinnes).
— *undulatus*, M. Lohest	.	.	.	×	.	.	Evieux, Chèvremont, Strud.
Diverses espèces, non encore déterminées	.	×	×	×	.	.	de diverses localités.
AMPHIBIENS.							
Vertèbres et différents os	.	.	.	×	.	.	Modave et Chèvremont.

CÉPHALOPODES.							
Goniatites? sp.	.	×	.	.	.	.	La Hesse (Tohogne), Walcourt.
Nautilus arborigenum, Dupont	.	.	.	.	.	×	Dépôts des cavernes, Chaleux et Verlaine.
Orthoceras planiseptatum? Sandberger	.	×	×	.	.	.	Dinant, Anseremme, Mévergnies, etc.
— *tracheatus*, Richter	.	.	.	.	.	×	?
— *sp.*	.	.	.	×	.	×	Amblève, Ninane, Chaudfontaine, Ossogne, etc.
GASTROPODES.							
Bellerophon aff. nactus, J. Hall	.	.	?	.	.	.	Chaudfontaine (Fond-des-Cris).
Coleolus aciculum, J. Hall	.	×	.	×	.	.	La Hesse, Bois-de-Mont (Clavier).
Euomphalus retrorsus? F.-A. Rœmer	.		×				Hun (Annevoye), Chapois (Leignon).
— *serpens*, Phillips	.	.	?	×	.	.	Chaudfontaine, Clavier.
Loxonema (Holopella) piligera? Sandberger	.	×	.	.	.	.	Fairon, Esneux, Walcourt.
— *Phillipsi*, d'Orbigny	.	.	.	.	.	×	?
— *priscum*, Muenster	.	.	.	×	.	.	Clavier.
— *subulata*, F.-A. Rœmer	.	.	.	×	.	.	Ciney.
Macrocheilus (deux espèces)	.	.	×	.	.	.	Rivage.
Murchisonia trilineata? Sandberg.	.	.	.	×	.	.	Ciney.
Natica piligera, Sandb.	.	.	?	.	.	.	Chaudfontaine.
Pleurotomaria cf. aspera, Sow.	.	.	?	.	.	.	»
— *(Turbo) texatus*, Muenster	.	.	?	.	.	.	»
— *sp.*	.	.	?		×		Chaudfontaine, Bois-de-Mont, Walcourt.
Porcellia Nais, J. Hall	.	.	?	.	.	.	Chaudfontaine.
Serpularia centrifuga, Rœmer	.	×	.	.	.		Souverain-Pré.
Turbonitella cf. lirata, Sandb.	.	.	?	.	.	.	Chaudfontaine.
LAMELLIBRANCHES.							
Avicula damnoniensis, Sow.	?	.	×	.	.	.	Sprimont, Chaudfontaine.
Aviculopecten convexus, J. Hall	.	×	.	.	.	.	La Hesse (Tohogne).
— *duplicatus*, J. Hall	.	×	.	.	.	.	» »
— *Juliæ*, De Koninck	.	.	.	.	×	.	Dinant, Falmignoul.

GENRE, ESPÈCE & AUTEUR.	ASSISES DE Esneux. *Fa1c*	Souverain-Pré. *Fa2a*	Monfort. *Fa2b*	Evieux. *Fa2c*	Comblain-au-Pont. *Fa2d*	Douteuse.	LOCALITÉS.
Aviculopecten nexilis? Sowerby	.	.	.	×	.	.	Hermeton-sur-Meuse.
— *patulus*, J. Hall	.	.	.	×	.	.	Clavier.
— *rugæstriatus*, J. Hall	.	×	.	.	.		La Hesse (Tohogne), Laide-Basse.
— *transversus*, Sow.	.	.		×	.	.	Hastière-par-delà.
Cardium palmatum, Goldfuss (*Glyptocardia. speciosa*, Hall)		×	.	.	.	.	La Hesse (Tohogne)
Conocardium aff. concinnum, J. Hall	.	.	?	.	.	.	Chaudfontaine.
Crenipecten impolitus, J. Hall	.	×	.	×	×		Clavier, La Hesse.
— *cf. Leon*, J. Hall	.	×	.	.	.	.	La Hesse (Tohogne).
— *micropterus*, Hall	.	.	.	×	.	.	Bonsin.
— *obsoletus*, J. Hall	.	×	.	.	.	.	La Hesse (Tohogne).
Cucullæa amygdalina, Phillips	.	.	×	.	.	.	Houssoy (Vezin).
— *angusta*, Sow.	.	.	×	.	.	.	Walcourt.
— *Hardingii*, Sow.	.	.	×	.	.	.	Monfort, Isnes, Rivage, Chapois, etc.
— *trapezium*, Phillips	.	.	×	.	.	.	Monfort, Dinant.
Cypricardia deltoidea? Sow.	.	.	.	×	.		Hun (Annevoye).
— *semisulcata*, Phill	.	.	×	.	.	.	Bande de Lustin.
Edmondia obliqua, J. Hall	.	.	?	.	.	.	Chaudfontaine.
— *cf. subovata*, J. Hall	.	.	?	×	.	.	Chaudfontaine, Bois-de-Mont (Clavier).
Glossites lingualis, J. Hall	.	×	?	.	.	.	Chaudfontaine, Petite-Somme.
— — — *var.*	.	×	.	.	.	.	Petite-Somme.
Gosseletia triquetra, Conrard	.	.	?	.	.	.	Chaudfontaine.
Leiopteria sp. nov.	.	×	.	.	.	.	La Hesse (Tohogne).

Leptodesma disparile, J. Hall.	.	×	.	.	.	.	La Hesse (Tohogne).
— *longispinum*, J. Hall.	.	×	.	.	.	.	» »
— *mytiliforme*, J. Hall.	.	×	.	.	.	.	» »
— *naviforme*, J. Hall.	.	×	.	.	.	.	Oneux.
— *aff. Orus*, J. Hall	.	.	?	.	.	.	Chaudfontaine.
— *Pelops*, J. Hall	.	.	?	.	.	.	»
— *potens*, J. Hall	.	×	.	.		.	La Hesse (Tohogne).
— *protextum*, J. Hall.	.	×	.	.	.	.	» »
— *Rogersi*, J. Hall.	.	×	.	.	.	.	» »
— *sociale*, J. Hall	.	×	.	.	.	.	» »
— *spinigerum*, J. Hall	.	×	.	.	.	.	» »
— *truncatum*, J. Hall.		.	?	.	.	.	Chaudfontaine.
— *sp. nov.*		.	.	×	.	.	Bois de Mont (Clavier).
Lyriopecten tricostatus, J. Hall.						×	Poulseur.
Modiola amygdalina ? Sow.	.	.	?	.	.	.	Hastière.
Mytilarca chemungensis, Conrard	.	.	.	×	.	.	Clavier.
Nucula ? sp.	.	×	.	×	.	.	La Hesse, Clavier.
Palæanatina angusta, J. Hall	.	.	.	×	.		Pont-de-Bonne (Modave).
— *cf. typa*, J. Hall	.	×	.	.	.	.	La Hesse.
Pararca aff. transversa. J. Hall	.	×	.	.	.	.	»
Palæoneilo constricta, Conrard, *var flexuosa*, J. Hall.	.	.	.	×	.	.	Clavier, La Hesse.
Palæoneilo elongata, J. Hall.	.	.	.	.	×		Bois-de-Mont (Clavier).
— *plana*, J. Hall	.	.	.	.	×		» » »
— (*Nuculites*) *sulcatina*, Conrard	.	.	.	×	.	.	Clavier.
Pleurophorus sp.	.	.	.	?	.	.	?
Prothyris exuta, J. Hall.	.	.	.	.	×		Bois-de-Mont (Clavier).
— *lanceolata*, J. Hall	.	.	.	×	.	.	» » »
Pterinea chemungensis, Conrard	.	×	.	.	.	.	La Hesse.
— *lineata ?* Goldfuss	.	.	.	×			Ciney.
Pterinopecten crenicostatus, J. Hall	.	×	.	.	.	.	La Hesse, Oneux.
— *Neptunus*, J. Hall	.	×	.	.	.	.	La Hesse, Laide-Basse.
— *suborbicularis*, J. Hall	.	×	.	.	.	.	La Hesse.

GENRE, ESPÈCE & AUTEUR.	ASSISES DE Esneux. *Fa1c*	Souverain-Pré. *Fa2a*	Monfort. *Fa2b*	Evieux. *Fa2c*	Comblain-au-Pont. *Fa2d*	Douteuse.	LOCALITÉS.
Ptychopteria elongata, J. Hall	.	×	.	.	.	.	La Hesse.
— *Eucrate*, J. Hall	.	×	.	×	.	.	La Hesse, Clavier.
falcata, J. Hall	.	×	.	×	.	.	» »
— *Galene*, J. Hall	.	×	.	×	.	.	» »
— *lata*, J. Hall	.	×	.	×	.	.	» »
— *lobata*, J. Hall	.	.	.	×	.	.	Clavier.
— *perlata*, J. Hall	.	×	.	×	.	.	La Hesse, Clavier.
— *Salamanca*, J. Hall	.	.	.	×	.	.	Bois-de-Mont (Clavier), Méan.
— *Sao*, J. Hall		×	.	.	.	.	La Hesse (Tobogne).
— *Spio*, J. Hall		×	.	.	.	.	» »
— *trigonalis*, J. Hall	.	.	.	×	.	.	Bois-de-Mont (Clavier).
— *Vanuxemi*, J. Hall		×	.	.	.	.	La Hesse.
— *sp. nov.*		×	.	.	.	.	»
Sphenotus clavulus, J. Hall	.	.	?	×	.	.	Fond-des-Cris (Chaudfontaine), Clavier.
— *contractus*, J. Hall	.	.	?	.	.	.	Chaudfontaine.
BRACHIOPODES.							
Atrypa fallax? Sow.	.	.	?	×	.	.	Hastière-par-delà (rive droite).
— *flabellata?* Goldfuss	.	?	.	.	.	×	Chapois, Comblain-au-Pont.
— *reticularis?* L.	.	?	?	.	.	.	Rivage.
Camarophoria? sp.	.	.	.	.	.	×	Hastière-Lavaux.
Chonetes hardrensis, Phill. (diff. var.)	.	.	.	×	.	.	Clavier.

Chonetes nana, De Koninck	.	.	.	.	×	.	Bois-de-Mont (Clavier).
— *setigera*, J. Hall	.	.	.	×	×	.	Clavier.
Discina cf. neglecta, J. Hall	.	×		.	.	.	La Hesse (Tohogne).
Leptæna fragaria, Sow.	.	×	.	.	.	.	Hastière-par-delà.
Lingula spatula ? Schnur	.	.	×	.	.	.	Bande de Lustin.
— *squamiformis*, Phillips	.	.	.	×	.	.	Modave, Ouffet, La Hesse.
Orthis interlineata, Sow.	.	.	.	×	.	.	Hastière-par-delà.
— *striatula ?* Schloth	.	.	.	×			» » »
Productella of. lacrymosa, Conrard, *var. stigmata*, J. Hall	.	.	?	.	.	.	Chaudfontaine.
Productus dissimilis ? De Koninck	.	.	.	×	.	.	Hastière-par-delà (rive droite).
— *prælongus*, Sowerby	.	×	×	.	×		Bois de Mont, Souverain-Pré, Isnes.
— *subaculeatus*, Murchison	.	×		×	×		La Hesse, Clavier, sur l'Ourthe et l'Amblève.
Rhynchonella reniformis, Sow.	.	×	.	.	.	.	La Hesse.
— (*Stenocisma*) *contracta*, J. Hall	.	.	?	.	.	.	Chaudfontaine (Fond-des-Cris).
— *ferquensis*, Gosselet	.	×	.	×	.	.	La Hesse, Clavier.
— *Gosseleti*, Mourlon	.	.	.	.	×	.	Amas, Clavier, Chanxhe, Bassines, etc.
— *laticosta*, Phillips	.	.	?	?	.		?
— *letiensis ?* Gosselet	.	.	.	×			Clavier.
— *palmata*, Gosselet	.	×	.	.	.	.	La Hesse.
— *pleurodon*. Phillips (*R. boloniensis*)		×	×	×	.	.	Comblain-au-Pont, Rivage, Esneux, Ciney, Chaudfontaine, etc.
— *pugnus*, Sow., *var. anisodonta ?* Phillips	.	.	×	×	.		Comblain, Huy, Rivage, Ciney, Hermeton-sur-Meuse, etc.
— *pugnus var. subdentata ?* Phil.	.	.	×	.	.	.	Huy.
— *triæqualis*, Gosselet	.	×	×	×	.	.	La Hesse, Clavier.
Spirifer æquicostatus, De Koninck	.	.	.	.	×	.	Maurenne (Hastière).
— *bifidus ?* Rœmer	.	?	.	.	.		Chapois.
— *costatus ?* Sowerby						×	?
— *disjunctus*, Sow.	×	×	×	×	.	.	La Hesse; partout dans les psammites.
— *laminosus*, M'Coy	.	×	.	.	.	.	Souverain-Pré, Comblain, Rivage.
— *mesacostalis*, J. Hall	.	×	.	.	.	.	La Hesse.

GENRE, ESPÈCE & AUTEUR.	ASSISES DE Esneux. *Fa1c*	Souverain-Pré. *Fa2a*	Monfort. *Fa2b*	Evieux. *Fa2c*	Comblain-au-Pont. *Fa2d*	Douteuse.	LOCALITÉS.
Spirifer mesastrialis, J. Hall	.	×	.	.	.	.	La Hesse, Laide-Basse.
— *mucronatus*, Conrard	.	×	.	.	.	.	La Hesse.
— *sp.*	.	.	.		×	.	Bois de Mont (Clavier).
Spirigera concentrica, von Buch	.	×	.	.	.	.	La Hesse, Souverain-Pré.
Streptorhynchus consimilis, De Kon.	.	×	.	.	.	.	La Hesse.
— *umbraculum*, Schl.	.	.	.	×	.	.	Clavier.
Strophalosia productoides, Murchison (= *Productus murchisonianus*, De Kon.,	.	×	×	×	.	.	Bois de Mont, Clavier, Comblain-Fairon, Comblain-au-Pont, Méan.
ANNÉLIDES.							
Spirorbis sp.		.	.	×	.	.	Clavier, Modave, La Hesse.
OPHIURES.							
Protaster Decheni, Dewalque	.	×	.	.	.	.	La Hesse, Walcourt.
— *sp. nov.*	.	×	.	.	.	.	La Hesse (Tohogne).
ECHINODERMES.							
Agelacrinus sp.	.	.	.	.	.	×	?
Dinocystis Barroisi, Bather.	.	.	?	.	.	×	?

CRINOÏDES.							
Actinocrinus ? sp.	.	.	.	.	.	×	Hermeton-sur-Meuse.
Poteriocrinus ? sp. (racines et tiges) . . .	×	×	.	.	.	.	La Hesse, Esneux.
POLYPIERS.							
Cyathophyllum aquisgranense, Frech . . .	.	.	.	.	×	.	Chanxhe.
— *sp.*	.	.	.	.	×	.	Chanxhe, Bassine.
BRYOZOAIRES.							
Clathrodyction ? sp.	.	.	.	.	.	×	Donflamme.
Fenestella antiqua, Sowerby	.	.	.	×	.	.	Hermeton-sur-Meuse.
— (différentes espèces)	.	×	×	×	.	.	La Hesse, Rivage, Ciney, Jombiain-au-Pont, etc.
Polypora sp.	.	.	.	.	×	.	Ciney.
Retepora explanata ? Rœmer	.	.	.	.	.	×	?
VÉGÉTAUX.							
Calamites (traces d'axes)	.	.	×	×	.	.	Evieux, Modave, Monfort, Yvoir.
Crossochorda Marioni, Dewalque	.	.	×	.	.	.	Carrières de Monfort.
Lepidodendrum nothum Ung.	.	.	.	×	.	.	Evieux, Modave.
Palæopteris hibernica, Sch., *var. minor*, Crépin	.	.	.	×	.	.	Evieux, Modave, Angleur, Trooz.
Rhodea (*Sphenopteris*) *Condrusorum*, Gilk. .	.	.	.	×	.	.	Evieux, Modave, Angleur, Villers-le-Temple.
Sphenopteris flaccida, Crépin	.	.	.	×	.	.	Evieux, Modave.
Triphyllopteris elegans, Sch.	.	.	.	×	.	.	Evieux.
Différentes espèces non déterminées . . .	.	.	.	×	.	.	de différentes localités.

ÉTUDES

SUR

l'Évolution des Rivières belges

PAR

J. CORNET

Études sur l'Evolution des Rivières belges,

PAR

J. CORNET (1).

CHAPITRE I.

Caractères généraux des rivières belges.

§ I.

Il y a, dans la disposition des systèmes hydrographiques de la Belgique, des particularités qui frappent, à première vue, et dont plusieurs ont été signalées depuis longtemps, sans avoir reçu, jusqu'ici, une explication entièrement satisfaisante.

Bien que notre pays, dont le point extrême n'est distant de la mer que de moins de 300 kilomètres, fasse partie d'une région essentiellement côtière, aucun de nos deux grands systèmes de rivières ne coule directement vers le littoral. La côte flamande, de l'embouchure du Hont au cap Blanc-Nez, ne donne passage qu'à des cours d'eau de peu d'importance, dont le plus gros du débit est fourni par le trop-plein des polders et des wadden.

Toutes les rivières du bassin de l'Escaut : la Lys, l'Escaut, la Dendre, la Senne, la Dyle, le haut Démer, présentent une direction à peu près identique, voisine de nord-nord-est, c'est-à-dire très sensiblement parallèle à la côte. Le cours parallèle de ces rivières accuse, comme le disait Ch. de la Vallée Poussin, *une discordance entre le*

(1) Mémoire présenté à la séance du 21 juin 1903 et dont l'impression a été ordonnée à la réunion du 19 juin 1904.

présent et le passé; « leur direction est contradictoire avec » la pente moyenne du plan territorial actuel, lequel » s'incline au NW., vers la mer du Nord » [1].

Il n'est pas jusqu'aux toutes petites rivières de la région maritime, la Hames, la Hem, l'Aa, l'Yser, la Waerdamme, etc., qui n'obéissent à la règle générale. Elles ne coulent pas, de leur origine à leur embouchure, en ligne droite, normalement à la côte, mais suivent, dans leur partie supérieure, un cours parallèle au littoral, avant de se diriger franchement vers la mer.

Il faut admettre que l'orientation commune de tous ces cours d'eau est bien, en effet, un héritage du passé et on peut avancer, *a priori*, qu'elle est conforme à la direction primitive qu'ont prise ces rivières, lors de l'émersion qui a suivi la dernière grande transgression marine qu'a subie le pays et à laquelle aucune région du bassin actuel de l'Escaut ne semble avoir échappé.

En d'autres termes, la direction actuelle des rivières du bassin de l'Escaut et des sections supérieures des rivières côtières dérive de celle des cours d'eau *conséquents* qui se sont développés à mesure du retrait de la mer du Pliocène diestien.

Faisons, en outre, remarquer que le cours de la Meuse, en aval de Liége et le tracé de l'Ourthe, depuis Noiseux, sont sensiblement parallèles à celui des rivières de l'Escaut et demandons-nous, en passant, si ces effets identiques ne peuvent pas avoir des causes analogues.

§ 2.

Si nous jetons les yeux sur la partie du bassin de Paris la plus voisine du bassin des Flandres, nous sommes frappés par le constraste que présente la direction des

[1] CH. DE LA VALLÉE POUSSIN. La géographie physique et la géologie. *Bull. Acad. roy. de Belgique*, 3e série, t. XXXII, n° 12, pp. 925-946, 1896.

cours d'eau dans les deux régions. De la Canche à la Seine, toutes les rivières coulent directement vers la mer, dans le sens NW., c'est-à-dire à peu près perpendiculairement à la direction des rivières de l'Escaut.

L'axe de l'Artois sépare donc deux régions de facies hydrographique différent et il coïncide précisément, d'une façon approchée, avec la limite méridionale de la transgression pliocène. La partie nord-ouest du bassin de Paris qui, vraisemblablement, est restée constamment émergée depuis la fin de l'Eocène, est beaucoup plus vieille, au point de vue de l'hydrographie fluviale, que le bassin des Flandres.

Nous savons, d'autre part, depuis les travaux déjà anciens de Hébert et de M. N. de Mercey, continués par ceux de MM. A. de Lapparent, G. Dollfus, Marcel Bertrand [1], que la direction générale des cours d'eau de cette région du bassin parisien est déterminée par celle des plissements du sol tertiaire et secondaire, échos attardés des dislocations du vieux soubassement paléozoïque.

Dans les Flandres, au contraire, les mouvements orogéniques proprement dits paraissent, à première vue du moins, être sans influence sur la disposition des cours d'eau, qui ne reconnaît pour cause déterminante que la pente générale des terrains tertiaires vers la région d'affaissement de la mer du Nord et des Pays-Bas.

§ 3.

Le bassin de l'Escaut présente une autre particularité frappante. L'importance de la dénudation qu'ont subie les assises tertiaires y augmente de l'Est à l'Ouest, et c'est au-delà de la Lys, précisément dans une région où ne coulent plus, à l'heure actuelle, que des cours d'eau minus-

(1) Tous ces travaux sont classiques; nous croyons superflu d'en donner ici la liste.

cules, qu'elle a été poussée le plus loin. Les collines de Cassel et du Nord de Bailleul, le lambeau de sable diestien des Noires-Mottes, sont là comme pour montrer l'importance des massifs enlevés par l'érosion fluviale, dans une région où ne coule plus aucune rivière importante.

Ce fait demande une explication et nous sommes amenés à soupçonner l'existence ancienne, dans cette région, d'un cours d'eau important qui continuait, à l'ouest de la Lys, le système des rivières parallèles de l'Escaut.

§ 4.

Si nous examinons la partie de notre pays occupée par le bassin de la Meuse, nous remarquons beaucoup moins d'unité dans la direction générale des rivières. Cependant, en faisant abstraction des détails, on peut dire que l'écoulement général des eaux de l'Entre-Sambre-et-Meuse, du Condroz et de l'Ardenne se fait vers une direction voisine du Nord et tous les thalwegs aboutissent à une ligne qui passe par Maubeuge, Namur et Liége.

Un profond sillon « qui suit comme un fossé de fortifi- » cation le talus de l'Entre-Sambre-et-Meuse et du Con- » droz » [1], en traversant le pays de l'WSW. à l'ENE., ne reçoit du Nord que d'insignifiants affluents, mais recueille toutes les eaux tombées sur une vaste région qui s'étend, au Sud, jusqu'aux limites du bassin de la Méditerranée. Ces eaux n'arrivent à la mer qu'après de longs détours et après avoir coulé, sur une assez longue distance, dans une direction presque opposée à celle de la côte.

[1] J.-C. HOUZEAU. Essai d'une géographie physique de la Belgique, au point de vue de l'histoire et de la description du globe. Bruxelles, 1854.

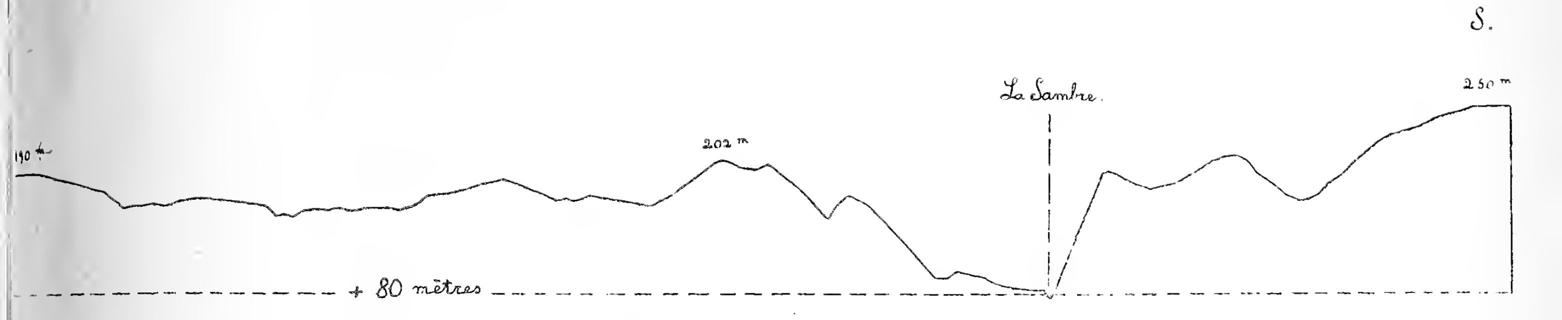


FIG. 1.

Profil N.-S. par la vallée de la Sambre, du bois de la Haute-Marlagne (S.), à Saint-Denis — Namur (N.).

Ainsi que le faisait déjà remarquer J.-C. Houzeau [1], la vallée de la Sambre-Meuse [2], au lieu de traverser les lignes de niveau dans le sens de la plus grande pente, suit, au contraire, ces lignes elles-mêmes, transversalement à l'inclinaison du terrain et doit, par conséquent, s'encaisser de plus en plus, dans le sens de sa pente, c'est-à-dire de l'Ouest à l'Est.

Alors que nous trouvons, dans les troncs principaux du bassin de l'Escaut, des exemples de rivières *conséquentes* par rapport à l'inclinaison générale des couches tertiaires, présentes ou dénudées, la Sambre-Meuse se présente, quant à sa direction, comme un cours d'eau de caractère *subséquent.*

De Liége jusqu'en amont de Charleroi, le sillon de Sambre-et-Meuse suit, presque partout, la direction du synclinal devono-carbonifère du bassin géologique de Namur et, sur une grande partie de cette étendue, il est creusé dans le terrain houiller, qui forme la partie axiale de ce synclinal.

(1) *Ibidem.*

(2) Nous appelons ainsi, dans les pages qui suivent, le trait hydrographique formé par la Sambre et continué par la Meuse en aval de Namur jusque Liége.

A l'ouest de Charleroi, le bassin houiller cesse de coïncider avec la vallée de la Sambre, mais, dans son prolongement vers l'Ouest, il correspond bientôt, de nouveau, à une vallée de direction Est-Ouest, la vallée de la Haine, continuée par celle de l'Escaut, de Condé à Bléharies.

La coïncidence de la vallée de la Haine, puis de celle de la Sambre-Meuse avec le bassin houiller est-elle simplement fortuite? Nous ne le pensons pas. Il doit y avoir là une relation de cause à effet, qu'il serait intéressant d'élucider.

Il est bien remarquable que, depuis l'Escaut jusqu'au confluent de l'Ourthe, c'est-à-dire dans la section où il est le moins recouvert par les terrains secondaires et tertiaires, le bassin géologique de Namur ne soit croisé, de part en part, par aucune rivière, alors qu'il est situé entre deux régions dont la direction générale de drainage est du Sud au Nord.

Nous reportant à des faits constatés dans le bassin de Paris et que nous avons rappelés plus haut, nous pouvons nous demander si l'existence de la vallée de la Haine et celle de la Sambre-Meuse, qui en est comme la suite à partir de Charleroi, ne sont pas en relation avec le plissement du sol primaire qui a donné lieu au bassin devono-carbonifère de Namur et qui, comme on en voit des preuves dans la vallée de la Haine, semble s'être manifesté jusque dans les temps tertiaires et même à des époques plus récentes encore.

Si l'on se place au point de vue de la pente générale du sol, l'existence de la vallée de la Sambre-Meuse apparaît comme une anomalie. Son orientation, au contraire, est conforme à l'orientation générale des plissements primaires et elle est même superposée, en grande partie, au plus important de ces plissements.

D'autre part, les affluents méridionaux de la gouttière

de la Sambre-Meuse présentent, dans l'ensemble, des directions d'accord avec l'inclinaison générale du pays, mais leurs vallées sont ouvertes, à travers les terrains primaires, dans des directions presque partout contradictoires avec celles des plissements des couches.

§ 5.

Dans la plus grande partie du bassin de l'Escaut, la direction des rivières est conforme à la pente générale des assises tertiaires. Les plis du sous-sol primaire orientés, le plus souvent, perpendiculairement à cette pente, ne font pas sentir leur influence sur la direction des cours d'eau.

Dans plusieurs vallées, celles de l'Escaut de Hollain à Tournai, de la Dendre, de la Senne, etc., l'érosion a amené les thalwegs à entamer parfois assez profondément le soubassement primaire et, dans ce cas, ils recoupent en travers les couches primaires, sans que leur direction générale en soit influencée. Ces sections de vallées sont donc *épigénétiques* ou *surimposées*.

D'autre part, contrairement à certaines idées anciennes, les géologues belges tendent aujourd'hui à considérer les nombreux lambeaux de dépôts tertiaires, éparpillés sur les massifs primaires du sud de la Sambre-Meuse, comme des vestiges d'un recouvrement continu. Nous sommes ainsi amené à nous demander s'il ne faut pas voir, dans la plupart des affluents méridionaux de la rigole de la Sambre-Meuse, des cours d'eau épigénétiques dont la direction générale Sud-Nord, conforme à la pente du revêtement tertiaire primitif, aurait été plus ou moins modifiée par l'influence du sol primaire.

Si cette hypothèse était démontrée, nous pourrions nous représenter les rivières primitives du pays, comme formant un ensemble de troncs conséquents coulant vers le Nord et dont une partie, ceux qui coulent dans les terrains primaires plissés, ont acquis un caractère épigénétique, sur

une portion de leur cours seulement (Escaut, Dendre, Senne, etc.) ou sur toute leur étendue (Eau-d'Heure, Hoyoux, Ourthe, etc.). Mais ce *système conséquent* est contrarié par des vallées de direction anormale, dont l'orientation est, d'autre part, conforme à celle des plissements primaires. Instruits par ce qui se passe dans le bassin de Paris, nous sommes amenés à considérer ces directions transversales comme dues à un réveil de l'activité orogénique dans les temps tertiaires et à voir, par conséquent, dans la vallée de la Haine et dans une partie de celle de la Sambre-Meuse, des vallées d'origine synclinale qui, pour le cas de la Sambre-Meuse, seraient elles-mêmes, en même temps, de caractère épigénétique.

Nous proposerons, pour désigner les cours d'eau d'origine synclinale et de position subséquente qui, comme la Haine, la Sambre et la Meuse de Namur à Liége, recoupent transversalement un système de rivières conséquentes, en absorbant les tronçons d'amont, l'expression de *transséquents*, en harmonie avec la terminologie de M. W. Morris-Davis.

§ 6.

La grande vallée longitudinale de la Sambre-Meuse a sous sa dépendance une vallée importante, de caractère tout autre, celle de la Meuse proprement dite en amont de Namur.

La haute Meuse, ou Meuse lorraine, coule dans un pays à sol jurassique, faisant partie de la bordure orientale du bassin de Paris; elle présente tous les caractères d'une des rivières de l'est de ce bassin ; mais, au lieu de suivre la route qu'on s'attendrait à lui voir prendre, vers l'Aisne ou vers l'Oise, elle se dirige droit au Nord, à travers un pays beaucoup plus élevé que celui qu'elle vient de traverser, et elle coupe le massif ardennais par une vallée étroite et tortueuse. Elle quitte donc une région relativement basse, où elle suivait, à peu près en direction, des

couches de roches peu résistantes, pour se frayer un chemin dans un pays élevé, constitué par des terrains durs, en couches redressées et dirigées perpendiculairement à son cours.

Il y a là un problème intéressant, qui a déjà préoccupé plusieurs savants éminents, mais dont une solution entièrement satisfaisante n'a pas encore été donnée.

§ 7.

Il nous a paru qu'il serait intéressant, dans une région restreinte comme la Belgique, où les conditions physiques sont bien connues, grâce à des cartes topographiques d'une rare perfection et à une carte géologique à grande échelle, de tâcher de retracer l'histoire des cours d'eau et, en particulier, de rechercher les causes des dispositions d'apparence anormale qu'ils présentent, de discuter la part qui revient, dans ces dispositions, à la nature des roches et aux influences tectoniques, passives ou actives.

Ces questions n'ont pas encore été traitées dans leur ensemble. Le présent travail n'a pour but que d'examiner quelques côtés de l'histoire de nos cours d'eau, sans prétendre résoudre tous les problèmes qu'elle présente.

§ 8.

L'histoire des vicissitudes subies par les cours d'eau d'un pays à travers les phases successives de son développement géologique est un sujet difficile et compliqué. L'on doit tenir compte, en traitant ces questions, de facteurs nombreux, dont les actions s'entrelacent et interfèrent de telle sorte, qu'il est souvent bien difficile de préciser la part qui revient à l'un ou à l'autre.

Les limites exactes des transgressions marines successives et, par conséquent, l'étendue des parties restées émergées aux époques correspondantes est, avec la pente générale du sol et les modifications qu'elle a subies dans le temps, le premier élément à connaître.

La restauration, même approximative, des reliefs anciens, est souvent un problème insoluble. Aux mouvements eustatiques qui ont modifié, d'une façon continue, l'étendue des surfaces livrées à l'activité des eaux continentales, sont venus, à certaines époques, s'ajouter des mouvements de plissement qui ont déformé la surface structurale et ont eu pour conséquence de donner aux traits hydrographiques une allure toute différente de celle qu'aurait entraînée la pente primitive du terrain.

§ 9.

La méthode la plus rationnelle pour étudier les transformations de nos rivières, serait, en remontant pas à pas la série des périodes géologiques, d'établir les limites atteintes par les transgressions et les régressions successives de la mer, et de tâcher de reconstituer, pour chaque époque, le relief des parties supérieures aux lignes de rivage.

Des cours d'eau ont dû, de tout temps, abstraction faite des conditions désertiques qui n'ont jamais pu être que locales et passagères, descendre des régions élevées vers les rivages, en suivant la pente des sédiments les plus récemment émergés. Les transgressions marines ont raccourci ces cours d'eau et les régressions leur ont permis de s'allonger vers l'aval, en même temps que ces variations du niveau de base tendaient, sans cesse, à modifier la forme de leur profil longitudinal et, partant, leur pouvoir d'érosion.

Les restaurations d'anciens rivages et d'anciens reliefs sont déjà pénibles en ce qui concerne l'époque tertiaire ; elles deviennent singulièrement difficiles et hasardées pour les temps secondaires ; pour les temps primaires, elles n'ont plus qu'un caractère fort hypothétique, et c'est surtout ici, que les influences tectoniques actives viennent compliquer le problème et le rendre, pour ainsi dire, insoluble.

Si nous acceptons la reconstitution des rivages de nos mers anciennes tels qu'on les trace généralement, nous sommes amenés logiquement à une conséquence singulière : nous sommes forcés d'admettre qu'il peut y avoir, parmi nos rivières actuelles, des descendants, des prolongements dans l'espace et dans le temps, des cours d'eau du début des temps devoniens et même de l'époque des plissements calédoniens. L'Ourthe, par exemple, la Lesse, la Meuse au nord de Revin, ont pu être des affluents de la mer carbonifère et même de la mer famennienne et de la mer eifélienne.

Mais, aujourd'hui, on se fait de plus en plus à l'idée d'une extension beaucoup plus large des mers anciennes et de la grandeur, hier encore méconnue, des phénomènes de dénudation. Les « cartes des anciennes mers » ne peuvent représenter que les surfaces sur lesquelles on retrouve aujourd'hui les sédiments de tel ou tel étage, en couches continues, en lambeaux détachés, ou même en vestiges disséminés. Elles constituent d'excellents moyens didactiques ; elles servent, comme on dit, à « fixer les idées » et c'est dans ce sens que les maîtres les plus distingués en font un usage très large. Ces cartes ont été l'objet de critiques injustes de la part de personnes qui n'en ont compris ni la portée, ni le but. Ces critiques sont dues à ce que ces essais ont parfois été considérés comme prétendant indiquer les limites réelles de l'extension primitive des sédiments des différentes époques, ce qui est certainement une façon erronée de les comprendre. Les contours des cartes des mers anciennes marquent les points extrêmes où l'on peut constater que le rivage d'une mer en transgression s'est trouvé à un moment donné, mais il n'est que peu de ces points où l'on puisse démontrer que la transgression s'est arrêtée.

§ 10.

L'étude de l'histoire de nos cours d'eau devrait donc nous amener à examiner la question du recouvrement des terrains primaires du sud de la Sambre-Meuse, par les sédiments tertiaires et secondaires ; celle de l'étendue primitive de la formation houillère, du Calcaire carbonifère et des différents étages devoniens et, enfin, la question du recouvrement des régions siluriennes et cambriennes de la Belgique septentrionale et de l'Ardenne par le Devonien.

Mais, fût-on parvenu à reconstituer les variations des anciens rivages et à reconstruire le relief du sol émergé à chaque époque, on ne posséderait pas encore tous les éléments de la question. Les circonstances locales, tenant à la nature des roches, à la structure du sol, au manteau végétal, au climat et à toutes les autres causes ayant pu faire varier le mode d'action de l'érosion seraient encore à connaître. Les mouvements d'affaissement, de fracture, de plissement peuvent, généralement, être constatés par le géologue, mais les effets immédiats qu'ils ont produits sur le relief du sol et sur la répartition des cours d'eau, sont souvent difficiles à dégager.

Le problème est donc extraordinairement compliqué, quand on l'envisage dans son ensemble. Mais notre but, en écrivant ce travail, est d'en traiter seulement quelques épisodes, parmi les plus récents.

§ 11.

Dans l'état actuel de nos connaissances, on ne peut essayer de retracer l'histoire de nos cours d'eau, que pour les temps les plus récents, pleistocènes et pliocènes. Depuis la grande transgression marine qui a marqué, dans nos régions, le début de la période pliocène, la mer n'a plus eu que des retours limités et n'est plus venue effacer ou masquer les traces des érosions continentales, dans la plus grande partie du pays.

8 JUIN 1904.

On peut donc dire que, pour la Belgique presque tout entière, le retrait de la mer diestienne a été le commencement du régime continental sous lequel nous vivons aujourd'hui, et nous croyons, d'autre part, que l'invasion diestienne a dépassé considérablement les limites qui lui sont souvent attribuées.

La régression qui a suivi cette invasion est donc le vrai point de départ de l'origine de nos cours d'eau, ainsi que F.-L. Cornet et A. Briart l'avaient clairement énoncé, dès 1872 [1]; mais il va sans dire que, pour les régions du pays que n'a pas atteintes la mer du Diestien, les débuts du cycle d'érosion actuel remontent à des époques qui peuvent être beaucoup plus anciennes.

Toutefois, même ainsi limité, le problème est encore bien vaste et nous n'en traiterons la plus grande partie que d'une façon très superficielle.

§ 12.

Il ne faut pas, en étudiant de telles questions, avoir la prétention d'être trop complet, trop exact, trop précis. Cela tient à la nature même du sujet, où il y a tant de facteurs inconnus et, peut-on dire, inconnaissables. L'hypothèse doit nécessairement jouer un grand rôle dans la restitution des reliefs disparus et des allures modifiées à différentes reprises et en sens divers ; les démonstrations, en ces matières, n'ont rien de la rigueur géométrique. Des détails doivent être laissés dans l'ombre, quand on n'a pas le moyen de les éclairer et des questions doivent rester irrésolues, quand on ne peut les résoudre que par des hypothèses dont la probabilité est faible.

(1) F.-L. Cornet et A. Briart. — L'homme de l'âge du mammouth dans la province de Hainaut. *Congrès intern. d'Anthr. et d'Archeol. préhist. Compte-rendu de la 6e session.* Bruxelles, 1872.

Nous estimons que, dans l'exposé de ces sortes de questions, la trop grande précision est un leurre et qu'il est beaucoup plus conforme à l'esprit scientifique qui commence à pénétrer dans l'étude de l'évolution géographique, de laisser des problèmes à résoudre, que de décider, subjectivement, de la façon dont les choses ont dû se passer.

D'ailleurs, il ne faut pas oublier que, comme le dit M. de Martonne, au cours d'une étude sur un sujet analogue, « dans les problèmes touchant à l'histoire des vallées, les » considérations morphologiques ne peuvent rien prouver ; » elles ne sont qu'un point de départ ; elles soulèvent les » questions, elles peuvent faire pressentir la solution ; mais » la preuve décisive est toujours le dépôt alluvial, trouvé » dans des conditions qui ne laissent aucun doute sur son » origine et sur son âge [1] ».

§ 13.

Nous n'avons pas l'intention de faire ici un exposé historique des recherches qui ont été faites et des idées qui ont été émises sur la disposition et l'origine des cours d'eau de la Belgique et des contrées avoisinantes. Nous aurons l'occasion de rencontrer la plupart de ces idées dans les pages qui vont suivre.

On sait qu'à la *théorie diluvienne* de l'origine des vallées, qui a longtemps régné dans les pays de langue française, et dont l'expression la plus pure se trouve dans les travaux de Belgrand [2], ont succédé des idées plus actualistes. On a renoncé à faire appel, pour expliquer la genèse de nos vallées, à « *une grande masse d'eau qui a sillonné les*

(1) E. DE MARTONNE. — Problèmes de l'histoire des vallées. *Annales de géogr.*, n° 36, 15 nov. 1898, p. 389.

(2) Voir notamment : E. BELGRAND.— L'époque quaternaire dans le bassin de Paris. *Congrès intern. d'Anthr. et d'Archéol. préhist. Compte-rendu de la 6e session.* Bruxelles, 1872, p. 132.

» *plaines du nord de la France et de la Belgique* » [1]. On ne croit même plus nécessaire d'admettre que ces vallées ont été remplies d'eau depuis le fond de leurs thalwegs jusqu'à leurs terrasses les plus élevées.

Cependant, beaucoup de géographes et même quelques géologues n'ont pas encore rompu avec certaines opinions surannées, concernant l'importance des rivières qui ont modelé la surface du pays. On attribue encore, parfois, aux cours d'eau pleistocènes ou pliocènes, des dimensions transversales, des débits, qui ne sont pas en rapport avec l'étendue de leur bassin d'alimentation.

Quelle qu'ait pu être l'intensité des précipitations atmosphériques à la fin du Pliocène ou au début du Pleistocène, elles n'ont jamais pu, par exemple, donner à l'Escaut une largeur de 25 kilomètres, à hauteur de Tournai [2]. L'Escaut, à Tournai, n'est qu'à 70 kilomètres de son origine et son bassin, en amont de cette ville, est très peu étendu. L'Escaut n'a jamais pu, d'autre part, être un grand fleuve, se divisant, à partir des environs de Valenciennes, pour fournir les branches d'un delta couvrant la moyenne et la basse Belgique, c'est-à-dire une surface beaucoup plus grande que son bassin d'alimentation lui-même [3].

Ce bassin d'alimentation n'a jamais pu s'étendre, vers le Sud, au-delà de sa limite actuelle ; il est même probable qu'il s'est légèrement accru, dans ce sens, depuis le commencement du Pleistocène.

(1) *Ibidem*, pp. 133-134.

(2) Un fleuve de cette largeur, ayant un courant assez rapide pour affouiller son fond, c'est-à-dire une vitesse d'au moins 2.50 m. par seconde, aurait eu, en ne lui donnant que 2 mètres de profondeur moyenne, ce qui est certainement peu de chose vis-à-vis d'une telle largeur, un débit minimum de 125 000 m^3 par seconde, soit la somme des débits du Congo et du Mississipi, dont les bassins s'étendent sur des espaces immenses, dans des régions très arrosées.

(3) Quand on nous parle d'un pareil delta, on oublie de nous dire où était le fleuve lui-même.

« Il ne serait pas inutile, disait E. Delvaux [1] de déclarer,
» une fois pour toutes, afin de serrer les faits de plus près,
» d'où l'on entend faire venir ces courants fluviaux ou
» diluviens ? Les géologues de notre pays qui ont recours
» à leur action, semblent les faire arriver du Sud, à travers
» la France, tandis que nos confrères français ont une
» tendance à les faire venir, au contraire, du Nord, à travers
» la Belgique. Il serait temps de se mettre d'accord. »

Quant à la Meuse, l'étendue de son bassin, surtout si on lui restitue les affluents que lui ont enlevés la Meurthe et les rivières du bassin de Paris, montre que son débit a pu être autrefois beaucoup plus important que ce qu'il est aujourd'hui. Mais, ici encore, il faut se garder de toute exagération. Les profils transversaux de la vallée et les dépôts des terrasses montrent que la *vallée* de la Meuse (non pas nécessairement son *lit*) a eu, à des époques antérieures, des largeurs beaucoup plus grandes. Mais le déplacement des éléments volumineux des cailloutis pléistocènes de la Meuse suppose des vitesses de courant tout à fait torrentielles et, si l'on donne à la Meuse pleistocène une profondeur égale, par exemple, à la différence de niveau entre la thalweg d'érosion et la dernière terrasse pleistocène, on arrive, de nouveau, avec ces vitesses, à des débits invraisemblables.

C'est à une pente plus forte de leur thalweg, entraînant une vitesse plus grande du courant, plutôt qu'à des volumes d'eau exorbitants, qu'il faut attribuer le pouvoir érosif intense que l'on ne peut refuser à nos rivières primitives.

Une rivière ne creuse guère son lit que lors des crues, car un débit constant aboutit bientôt à un état de stabilité des rives et du fond. Mais les crues viennent, périodiquement, contrarier l'établissement de cet état, en faisant

(1) *Annales Soc. géol. de Belgique*, t. XIX, p. 242.

varier le débit et, par conséquent, la vitesse, dans des proportions parfois énormes. L'intensité de l'érosion, dans une rivière, est en raison directe de la différence relative entre le débit d'étiage et le débit de crue. Elle est à son maximum dans les cours d'eau *jeunes* (torrents, rivières, torrentielles), dont le débit d'étiage est parfois nul. C'est à leur état de jeunesse que nos rivières pleistocènes et pliocènes ont dû leur grand pouvoir de creusement et de transport.

Nous ne nous refusons pas à admettre que l'époque pleistocène a été caractérisée par des pluies abondantes et que nos vallées ont été creusées, jusqu'au fond des thalwegs d'érosion, par des cours d'eau sensiblement plus volumineux que ceux d'à présent. Mais nous croyons que c'est à tort que l'on attribue, à la Meuse et à l'Escaut, ce fleuve minuscule qui est à peine visible sur un globe terrestre d'un mètre de diamètre, des dimensions transversales qui ne sont atteintes, aujourd'hui, que par le fleuve des Amazones.

§ 14.

Dans les considérations relatives à la marche de l'érosion continentale, on envisage ordinairement les choses d'une façon tout à fait artificielle, en admettant l'existence de surfaces structurales théoriques, indépendantes des influences externes, et sur lesquelles commencent à travailler, à un moment donné, les agents de l'érosion.

Supposons une masse continentale fraîchement émergée, à laquelle nous donnons des dimensions, une forme extérieure, une structure et une composition déterminées. Nous pouvons admettre qu'il s'agit d'une île sortie brusquement du sein des eaux ou d'une chaîne plissée, soudainement érigée. Supposons ensuite, qu'après son émersion, le pays soit soumis, à un moment donné, à un régime

climatérique analogue, par exemple, à celui qui règne dans nos contrées.

Toutes ces conditions physiques, passives et actives, étant données d'une façon précise, il sera assez aisé, en laissant agir le troisième facteur, le temps, de prévoir la série des phénomènes qui vont se passer et de décrire les diverses phases du cycle d'érosion qui va s'accomplir. C'est lorsqu'on envisage ainsi les choses, que l'on dit, par exemple, employant des expressions absolument fausses, qu'un cours d'eau *s'est dirigé dans telle direction*, qu'il *a contourné tel obstacle* ou *a été arrêté par telle barrière*, qu'il *s'est précipité dans telle dépression*, qu'il *a accéléré sa marche ici et l'a ralentie là-bas*, etc.

Dans la réalité, les choses se passent tout différemment. Les agents de l'érosion n'attendent pas que l'émersion soit terminée ou ait atteint un certain degré, pour entrer en œuvre. Quand une masse continentale s'élève ou, plutôt, quand une mer est en régression, chaque point où la vague cesse d'arriver à marée haute, entre dans le domaine des actions dépendant du climat. Supposons — hypothèse invraisemblable — qu'au milieu d'un océan, sous un climat comme le nôtre, émerge une terre qui montre d'abord, à la surface, une longue crête séparant deux versants. A mesure que les différentes horizontales de la surface de l'arête arrivent à une hauteur suffisante, elles échappent à l'action de la vague; elles tombent sous celle des pluies qui, ruisselant sur les versants, commencent à la raviner et, profitant des circonstances de dureté, de structure, etc., y creusent des sillons. A mesure que, par les progrès de l'émersion, la surface des versants s'accroît, les sillons s'embranchent les uns dans les autres et aboutissent à des ébauches de thalwegs. Dès lors, on peut dire que les cours d'eau sont nés; d'abord temporaires, — à moins qu'on ne suppose des pluies ininterrompues — ils deviennent plus

tard permanents. Ces cours d'eau primitifs sont du type *conséquent* : ils sont d'accord avec la pente générale du terrain. A mesure que l'émersion se poursuit, ils augmentent leur longueur par l'aval, reportant sans cesse plus loin leur embouchure. Pendant ce temps, ils poursuivent leur travail d'érosion, ils creusent leur vallée et reçoivent des cours d'eau *subséquents*, descendus des versants des arêtes secondaires qui séparent les vallées conséquentes. Chaque cours d'eau tend à régulariser son profil longitudinal ; mais eût-il atteint, à un moment donné, un état d'équilibre parfait, cet état sera instable tant que durera l'émersion. L'abaissement continu du niveau de base et l'allongement consécutif du lit en aval exigent un remaniement ininterrompu du profil.

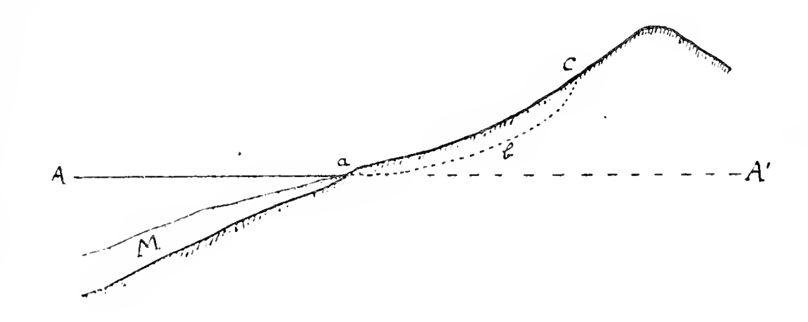


FIG. 2.

Stade AA'

Supposons qu'à un moment donné le continent soit baigné par la mer jusqu'à un niveau AA' et envisageons-en un des versants (fig. 2). Les cours d'eau qui en descendent présentent des profils tels que *a b c*. Dans la région côtière voisine, s'est déposé, pendant les phases antérieures, l'ensemble de couches sédimentaires terrigènes *M*.

Admettons que la surface de la mer et, partant, le niveau de base de *a b c* continue à s'abaisser lentement, jusqu'en BB'.

A mesure que la mer se retire, la masse *M* devient la proie de l'érosion continentale. Le fleuve *a b c,* allongeant son cours par l'aval, creuse bientôt son lit dans les sédiments *M*, pendant que l'abaissement de son niveau de base amène la déformation de l'ensemble de son profil *a b c* (supposé avoir atteint, à un moment donné, un équilibre parfait).

Quand la régression en est arrivée à la phase *BB'*, le cours d'eau a acquis, par exemple, le profil *d e f* et la partie émergée de *M* a subi des dénudations importantes qui n'en ont laissé que des témoins isolés dans les parties les plus élevées, pendant qu'une nouvelle masse sédimentaire M^1 s'est déposée dans la région côtière (fig. 3).

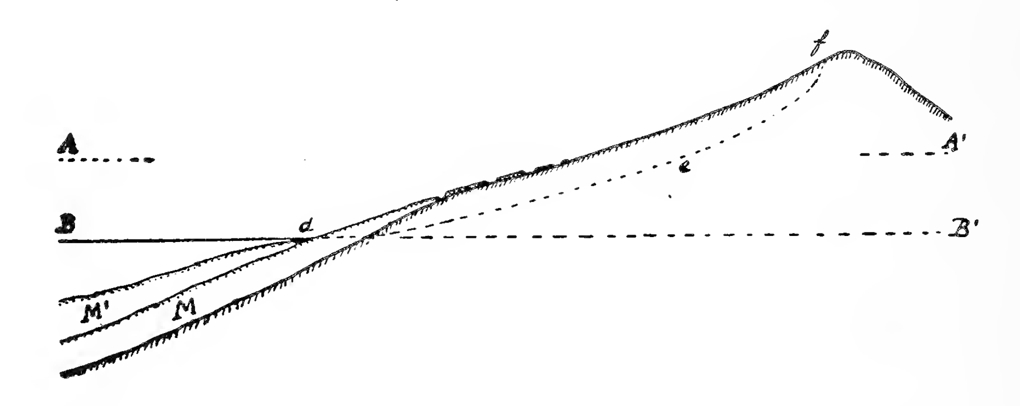


Fig. 3.

Stade *BB'*.

Supposons qu'intervienne alors un mouvement en sens inverse du niveau de la mer et que, graduellement, dépassant le plan *AA'*, elle arrive jusqu'au niveau *CC'* (fig. 4). Les masses sédimentaires, en voie de dépôt, suivent le mouvement de transgression de la mer ; ainsi se forme la masse M^2. Les cours d'eau se raccourcissent vers l'aval et, à mesure, doivent adapter leur profil à l'élévation du niveau de base ; ils comblent d'alluvions le fond de leur vallée d'érosion.

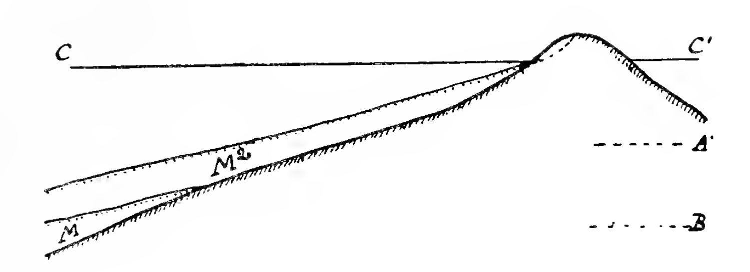


Fig. 4.

Stade *CC'*.

Ces vicissitudes pourront se répéter à plusieurs reprises et, toujours, les cours d'eau devront modifier leur profil longitudinal, pour le mettre en rapport avec des conditions qui varient sans cesse. Mais, *pourvu que la transgression marine n'aille jamais jusqu'à submerger les parties culminantes de la crête continentale,* les cours d'eau du versant que nous avons envisagé *perdureront* à travers toutes ces vicissitudes, mais seront en état d'évolution ininterrompue.

C'est dans ce sens que nous disions plus haut que, si des portions de l'Ardenne n'avaient plus subi d'immersion marine depuis l'époque des plissements calédoniens, il pourrait y avoir, parmi les cours d'eau qui en descendent, des rivières qui pourraient être considérées comme les prolongements, dans l'espace et dans le temps, de celles des temps anté-devoniens.

Le fait que l'écoulement général des cours d'eau de l'Ardenne (à part celui du tronc transséquent de la Sambre-Meuse) se fait vers le Nord, semble prouver que l'établissement du cycle géographique actuel ne date que des dernières époques de la période tertiaire.

§ 15.

Dans un pays donné, le début du cycle géographique actuel ne peut être que postérieur à la formation marine la plus récente qui s'y trouve, et il lui est *immédiatement* postérieur.

S'il existe, par exemple, dans une région du sud de la Sambre-Meuse, des vestiges, si clairsemés soient-ils, de terrain landénien, bruxellien, oligocène ou pliocène, il est certain que les rivières qui y coulent aujourd'hui n'ont pu prendre naissance qu'après le retrait de la dernière mer qui y a séjourné. Il faut admettre, en outre, que ces cours d'eau se sont créés sur les sédiments abandonnés par cette dernière mer et à mesure de l'émersion de ces dépôts.

Si nous trouvons, sur un des hauts plateaux de l'Ardenne, un témoin de l'existence d'un étage tertiaire marin, nous ne pouvons nous refuser à conclure que le cycle d'érosion actuel ne peut dater d'une époque antérieure à cet étage.

C'est un principe dont nous ferons de nombreuses applications, dans ce qui suit.

CHAPITRE II.

La Sambre-Meuse.

§ 1.

Considérons le cours d'eau formé par la Sambre, de sa source à Namur, et continué par la Meuse, à partir de cette ville.

Nous pouvons, à certains points de vue, envisager la Meuse de Huy et de Liége, comme étant la continuation de la Sambre et dire que la Meuse de Dinant n'en est qu'un affluent.

Sous d'autres rapports, la Sambre est un tributaire du cours d'eau important qui, de la Haute-Marne jusqu'au Moerdijk, conserve le nom de Meuse.

La question de savoir quel est, dans un bassin hydrographique, le tronc principal, le fleuve, auquel ont doit donner, jusqu'à sa source, le nom qu'il porte à l'embouchure, a souvent été discutée et est, au fond, assez oiseuse. Les caractères sur lesquels on se base pour déterminer, à partir d'un confluent donné, ce tronc principal, sont d'ordinaire :

1° la longueur du cours,
2° l'étendue de la surface drainée,
3° l'importance du débit normal,
4° la direction générale et
5° l'unité géologique de la vallée.

Comme longueur totale, comme superficie du bassin et comme débit, la Meuse de Dinant l'emporte de beaucoup sur la Sambre. De même, au point de vue du *régime*, le fleuve qui passe à Huy est bien la continuation de celui qui arrose Dinant et les ingénieurs hydrographes sont d'accord, à ce point de vue, avec la tradition.

Mais la direction de la vallée de la Sambre, à partir de Namur, est la continuation directe de celle de la Meuse de Huy et certains géographes donnent à ce caractère une importance prépondérante et décisive. S. Günther, à la suite de considérations théoriques très intéressantes, arrive à conclure que « lorsque deux cours d'eau se ren- » contrent, on doit toujours accorder le caractère de » fleuve à celui des deux qui s'écarte le moins de la ligne » droite et dont la direction s'infléchit le moins » [1].

Le critérium tiré de l'unité géologique de la vallée est d'accord avec le précédent, comme nous l'avons déjà montré, pour faire attribuer à la Sambre, plutôt qu'à la Meuse de Dinant, le caractère de tronc principal. La Meuse, en aval de Namur, continue de suivre ou de côtoyer le synclinal du bassin géologique de Namur, auquel la vallée de la Sambre est superposée depuis Charleroi.

De même, au point de vue de sa position dans la topographie générale du pays, la vallée de la Meuse, au-delà de Namur, est la continuation de celle de la Sambre.

Nous pouvons ajouter qu'au point de vue morphogénique, et dans la thèse que ce travail a pour but de défendre, la Sambre, du moins à partir de Charleroi, ne fait qu'un avec la Meuse de Namur à Liége. L'ensemble représente un tronc principal, d'un caractère à la fois synclinal et épigénétique, ayant recoupé un système de rivières conséquentes, dont faisait partie la Meuse de Dinant, laquelle, comme M. E. Dupont en a depuis longtemps suggéré l'idée, coulait autrefois de Namur vers la Hesbaye [2]. La Sambre-

(1) S. Günther. Ueber gewisse hydrologisch-topographische Grundbegiffe. *Sitz.-Ber. d. math.-phys Cl. d. Kön bayr. Akad. d. Wiss*, Bd XXXVI, 1902, Heft 1. Anal de M. Eug Lagrange in *Bull. Soc. belge de geol*, t. XVI, p. 205.

(2) « Selon toute apparence, la Meuse a dû, naguere, dans sa phase initiale et de » hauts niveaux, passer directement au Nord au-dela de Namur et couler dans la » Hesbaye au lieu de s'infléchir brusquement vers le Nord-Est. » *Bull. Soc. belge de geologie*, t. III, p. 213, 1889.

Meuse est un fleuve *transséquent* d'une unité parfaite; au point de vue morphogénique, la Meuse de Dinant n'en est qu'un affluent. Cet affluent, qui appartenait primitivement, à la même famille que l'Eau-d'Heure ou le Hoyoux, est un *parvenu* qui a acquis un développement monstrueux à la suite de circonstances spéciales.

Mais, aux quatre caractères cités plus haut, nous pouvons en ajouter deux autres, qui sont d'accord avec le critérium purement hydrographique, pour affirmer l'unité de la vallée de la Meuse de Dinant à Liége, malgré le coude de Namur.

1° Si l'on jette un coup d'œil sur une carte à grande échelle, on constate que le tracé des méandres de la Meuse et de ceux de la Sambre est d'un caractère absolument différent et les inflexions des vallées elles-mêmes présentent le même contraste. Les bouches à court rayon de la Sambre sont d'un autre type que les méandres à grande allure de la Meuse et appartiennent bien à une rivière différente (fig. 5).

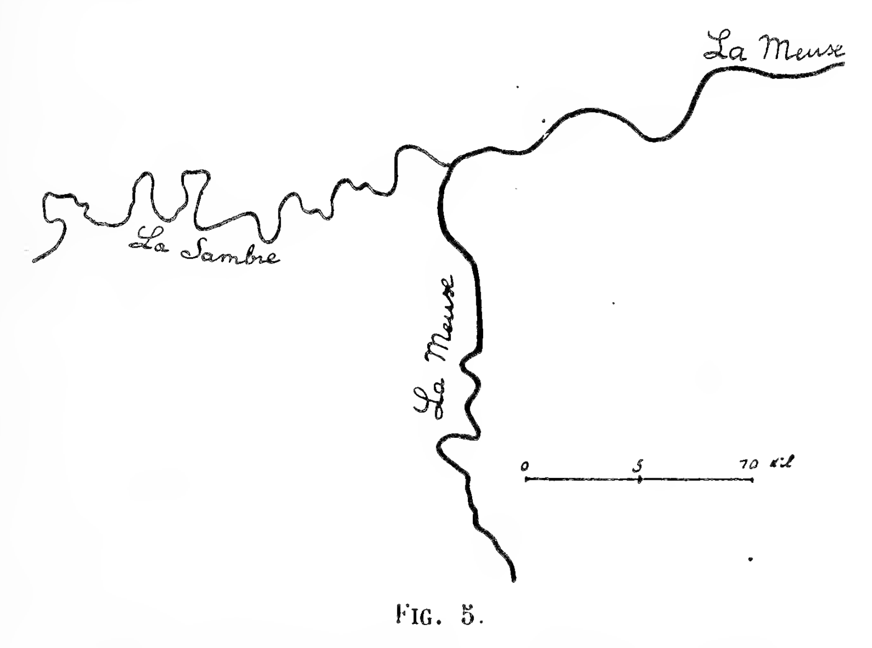


FIG. 5.

La Meuse et la Sambre aux abords du confluent.

2° Ces conclusions se confirment, si l'on compare les profils transversaux de la vallée de la Meuse, en amont, et

en aval de Namur, avec ceux de la vallée de la Sambre. Les coupes de la vallée de la Meuse sont d'un même type et de proportions comparables; celles de la Sambre sont d'un type différent (fig. 6, 7 et 8).

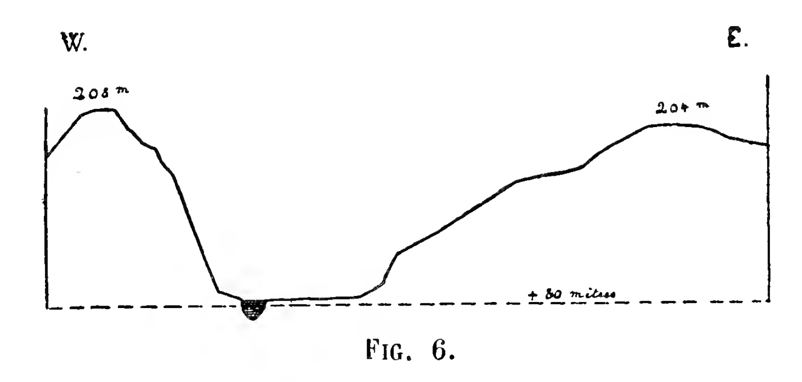


Fig. 6.

Profil transversal de la vallée de la Meuse, passant par la gare de Velaine (amont de Namur). Hauteurs multipliées par 10.

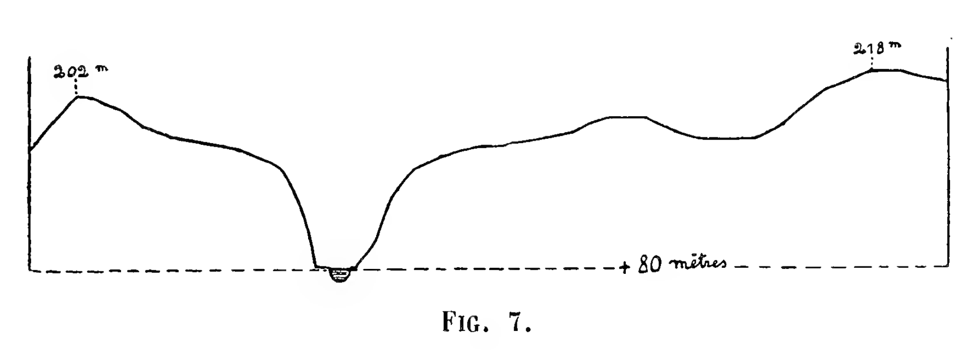


Fig. 7.

Profil transversal de la vallée de la Meuse, passant par la gare de Marche-les-Dames (aval de Namur). Hauteurs multipliées par 10.

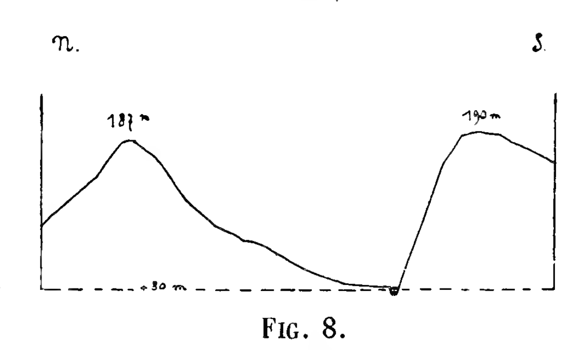


Fig. 8.

Profil transversal de la vallée de la Sambre, passant entre Malonne et Floriffoux. Hauteurs multipliées par 10.

Mais, d'autre part, si l'on construit les profils longitu-

dinaux des deux cours d'eau (fig. 9), on voit que celui de la Meuse ne forme pas une courbe, sur laquelle s'embrancherait, à Namur, la courbe à pente plus rapide de la Sambre. La Meuse de Dinant se comporte, au contraire, comme un affluent de la Sambre-Meuse et ce fait serait plus net encore, si le profil de la Sambre était prolongé jusque Landrecies, en tenant compte de tous les méandres coupés par la canalisation.

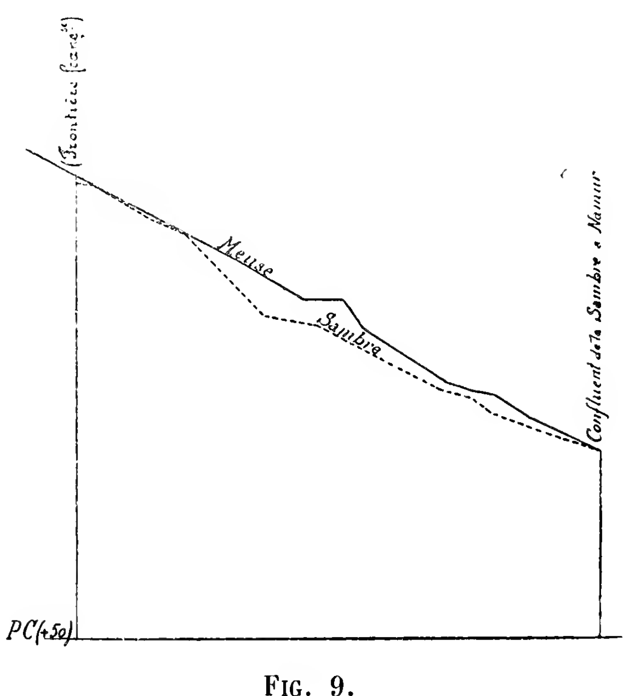


Fig. 9.

Profils en long d'une portion de la Meuse et de la Sambre (en aval de Jeumont), d'après les documents des Ponts-et-Chaussées.

De ce qui précède, il résulte que, sous le rapport hydraulique, la Meuse de Huy est la continuation de la Meuse de Dinant. La vallée d'érosion dans laquelle sont situées ces deux villes a été creusée par le même fleuve.

Mais, en se plaçant au point de vue des rapports géologiques et topographiques et à celui de l'origine première de la vallée, de la cause qui en a déterminé la position, la Sambre-Meuse est un fleuve unique. Puisque, précisément,

nous avons pour but d'en étudier la morphogénie, il peut nous être permis, après les restrictions précédentes, de l'envisager comme tel.

§ 2.

Revenons donc à l'examen de ce tronc hydrographique, déterminé par le cours des eaux qui descendent de Landrecies vers Namur et Liége.

Le bassin du fleuve ainsi considéré, est remarquablement asymétique. Il présente, du côté du Sud, une étendue qui contraste avec l'étroitesse du territoire drainé au nord de la ligne Landrecies-Namur-Liége.

Il suffit d'un coup d'œil sur la carte de la Belgique pour se rendre compte de la situation excentrique de la Sambre-Meuse par rapport au territoire dont elle reçoit les eaux; mais cette excentricité devient plus remarquable encore, si l'on regarde une carte d'ensemble et que l'on voie le bassin de la haute Meuse s'étendre vers le Midi, jusqu'à 290 kilomètres de Namur, constituant, pour le bassin de la Sambre-Meuse, une annexe d'une longueur démesurée et d'une étroitesse remarquable qui s'insinue, entre les bassins de la Seine et du Rhin, jusqu'à la limite de celui du Rhône.

Dans le méridien de Namur, la largeur du bassin de la Sambre-Meuse, du côté du Nord, est à peine de 17 600 mètres et, si l'on s'en tient à la région où le fleuve possède le caractère transséquent, cette longueur n'est nulle part dépassée du côté de la rive gauche.

§ 3.

La partie septentrionale, si resserrée, du bassin de la Sambre-Meuse peut se diviser en deux régions, que nous allons examiner séparément.

La première s'étend de la source jusque près de Marchienne, un peu en amont de Charleroi; la seconde va de

Marchienne jusqu'en aval de Liége, au point où la Meuse, de transséquente, redevient conséquente.

1° De Landrecies jusqu'à la Jambe-de-Bois (entre Landelies et Marchienne), l'étroitesse du bassin, du côté nord, est extrême. Il n'arrive nulle part à 7 000 mètres de largeur et descend en face de Landrecies, à 1 100 mètres et en face de Marpent, à 975 mètres. Alors que, du côté sud, la Sambre reçoit des eaux descendant, par de nombreux affluents, des pentes de l'Entre-Sambre-et-Meuse jusqu'à la limite des pays d'Anor et de Chimay, il n'y arrive, par la rive gauche, que des ruisselets insignifiants et peu nombreux.

Dans cette section, la *ligne de faîte orographique* du nord de la Sambre-Meuse, très peu saillante d'ailleurs, coïncide avec la *ligne de partage des eaux* séparant le bassin de l'Escaut de celui de la Meuse. La vallée, d'abord très évasée, devient plus étroite en approchant de Maubeuge. A partir de cette ville, où son encaissement sous la ligne de faîte voisine, est de 42 mètres, elle se creuse de plus en plus dans les roches dures primaires (Devonien, calcaire dinantien). A hauteur de Thuin, l'encaissement est de 80 mètres.

2° Près de la Jambe-de-Bois, la Sambre pénètre dans les roches, moins résistantes, du terrain houiller, dont elle ne sort pas jusque Namur. La vallée s'élargit et, bien que ses flancs soient moins escarpés, l'encaissement total, par rapport à la ligne de faîte du Nord, augmente notablement. Il est de 84 mètres à Charleroi, de 90 mètres à Tamines et de 120 mètres en face de Namur.

En aval de Namur, la vallée est tantôt creusée dans le terrain houiller, tantôt dans des formations primaires plus anciennes; mais, d'une façon générale, le cours de la Meuse est parallèle au synclinal devono-carbonifère et ne s'écarte que très peu de l'axe. A partir de Liége, les conditions

changent : la Meuse prend une direction nord, quitte les abords de l'axe du synclinal primaire et, coulant parallèlement aux rivières de l'Escaut, acquiert un caractère conséquent.

L'encaissement, à partir de Namur, par rapport à la ligne de faîte du Nord, est de 130 mètres à Huy et de 140 mètres à Liége.

La Meuse, en prenant son cours vers le Nord, traverse cette ligne de faîte, qui passe sur la rive droite et perd son caractère.

La pente kilométrique de la Sambre-Meuse est :

de Landrecies à la frontière belge, de . . .	$0^m.21$
de la frontière à la Jambe-de-Bois, de . . .	$0^m.57$
de la Jambe-de-Bois à Namur, de	$0^m.40$
de Namur à Liége (Val-Benoit), de	$0^m.26$

§ 4.

A hauteur de la Jambe-de-Bois, en même temps que la vallée de la Sambre s'encaisse davantage en pénétrant dans le terrain houiller, il se passe un phénomène remarquable (fig. 10).

Brusquement, la partie nord du bassin hydrographique acquiert une largeur quintuple de ce qu'elle était en amont. A angle droit, la ligne de partage des eaux quitte la ligne de faîte orographique et se dirige vers le Nord, en suivant la croupe étroite qui sépare le Piéton des bassins de la Haine et de la Samme-de-Seneffe ; puis, vers Petit-Roeulx, elle reprend son trajet vers l'Est, en limitant au Nord les bassins du Piéton, de l'Orneau, de la Mehaigne et du Geer. La largeur du bassin du côté nord qui, à hauteur de Lobbes, n'est que de 3 680 mètres, passe à 17 500 mètres au nord de Charleroi ; à 17 600 mètres au nord de Marche-les-Dames et à 22 000 mètres au nord de Huy.

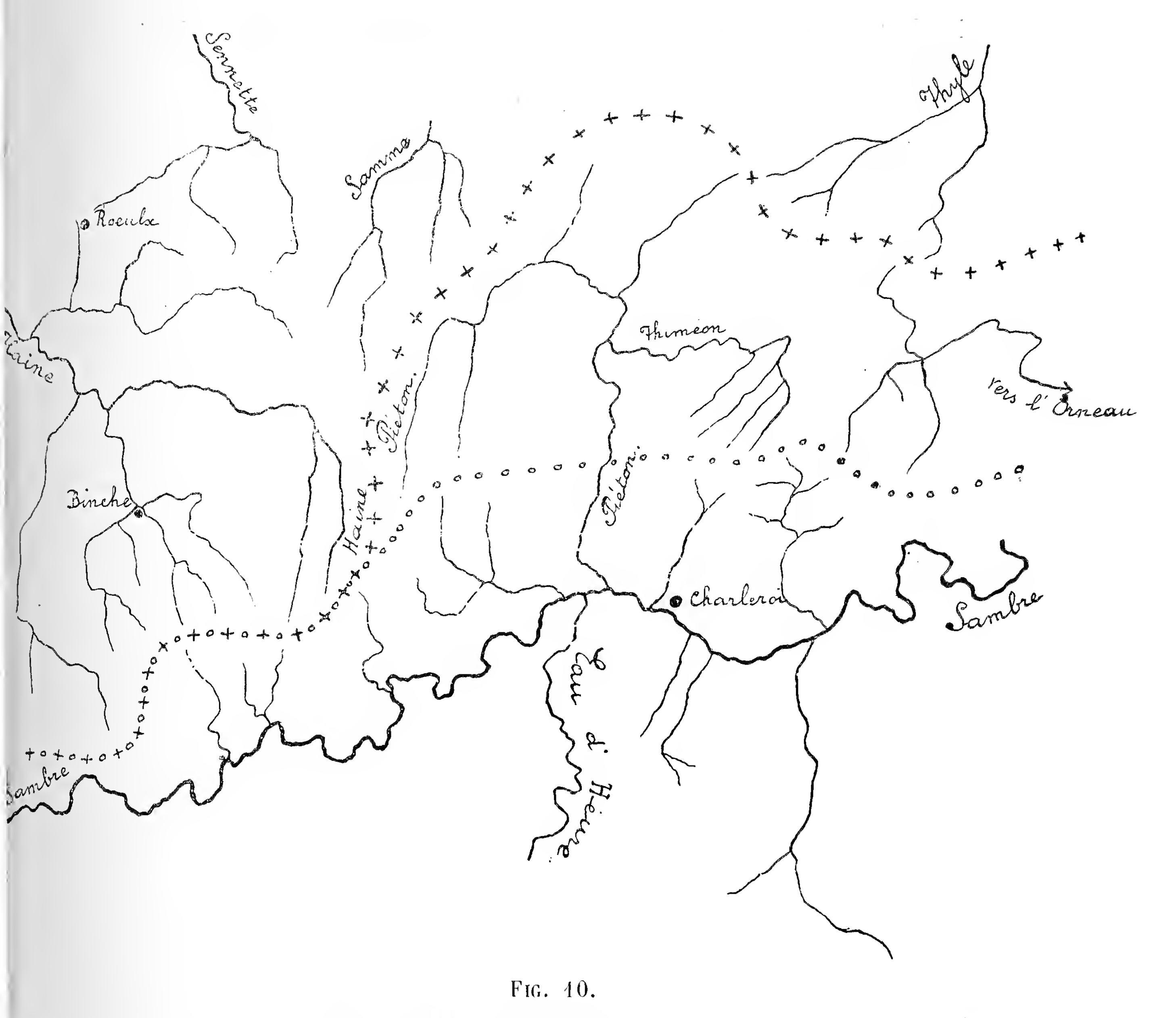


Fig. 10.

La Sambre près de Charleroi, le Piéton, etc. — Divorce entre la ligne de faîte et la ligne de partage des eaux.

Pendant ce temps, la ligne de faîte orographique continue, jusqu'au nord de Liége, à longer de très près la rive gauche de la Sambre-Meuse. A hauteur de Charleroi, elle est à 5 760 mètres de la rive; à Marche-les-Dames, à 4 640 mètres et à Huy, à 3 800 mètres.

En aval de la Jambe-de-Bois, les affluents septentrionaux de la Sambre-Meuse drainent donc des régions

situées au-delà de la ligne de faîte orographique qui côtoie la vallée du fleuve.

Cette ligne orographique sépare un versant en pente rapide, descendant vers la Sambre-Meuse, d'un versant en pente douce, incliné vers le Nord.

Les cours supérieurs du Piéton, de l'Orneau, de la Mehaigne, du Geer et de la plupart de leurs affluents obéissent à la pente générale vers le Nord, qui se fait à partir de la ligne de faîte et, à l'exception du Geer, dont la destinée est différente, ils se réunissent en troncs à cours nord-sud, *anaclinaux* par rapport à l'inclinaison des couches tertiaires, troncs qui coupent la ligne de faîte orographique par des vallées encaissées et mènent leurs eaux à la Sambre-Meuse.

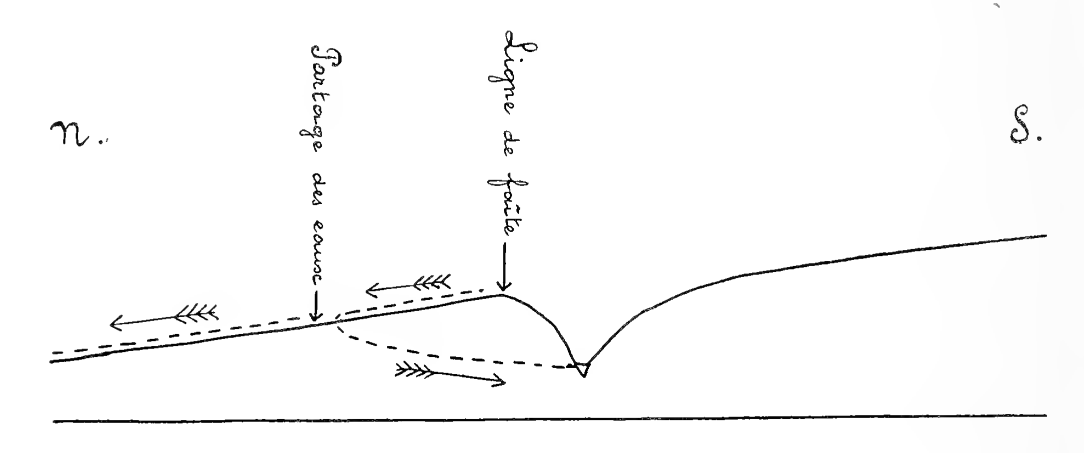


FIG. 11.

Schéma des rapports du Piéton, de l'Orneau, de la Mehaigne, etc., avec la ligne de faîte orographique et la ligne de partage des eaux.

Ces faits, représentés par le schéma ci-dessus (fig. 11) font songer, à première vue, à des phénomènes de capture opérés, par des ruisseaux à pente rapide établis sur le versant nord de la vallée de la Sambre-Meuse, aux dépens de rivières nées au voisinage de la ligne de faîte orographique et qui, primitivement, descendaient vers le Nord, en vertu de la pente générale des couches tertiaires, pour se diriger vers les rivières de l'Escaut.

§ 5.

Examinons d'un peu plus près les affluents septentrionaux de la Sambre-Meuse, en commençant par le Piéton (fig. 10).

Cette petite rivière prend sa source au Calvaire-d'Anderlues, vers la cote 185, à 1 000 mètres au nord de la ligne de faîte orographique ; la vallée se poursuit, très bien accusée, au sud de la source, jusqu'à la ligne de faîte même (cote 198).

De ce point, la vallée court droit au Nord pendant près de 10 kilomètres. La rivière se recourbe ensuite vers l'Est et reçoit, par la rive droite, le ruisseau de Trazegnies descendu aussi du Sud ; puis, entre Gouy-lez-Piéton et Luttre, elle décrit une large courbe vers le Nord, en passant par Pont-à-Celles, où elle est rejointe par le ruisseau d'Obaix-Buzet qui vient de la ligne de partage des eaux de la Sambre et de l'Escaut.

A Luttre, le Piéton reçoit le ruisseau d'Odomont, qui vient également du Nord. Prenant ensuite une direction nettement sud, et devenant ainsi anaclinal par rapport aux couches tertiaires, le Piéton se dirige vers la Sambre, qu'il rejoint à Marchienne, par une vallée assez tortueuse.

A l'est de cette dernière section du Piéton, quatre petits cours d'eau, nés entre Gosselies et Ransart, tout près et au nord de la ligne de faîte orographique, les ruisseaux de Porenpont, de Wayaux, de la Haute-Bise et de Heppignies, coulent au Nord-Nord-Est. A Mellet, ils se réunissent, en se coudant brusquement vers l'Ouest, en un tronc commun, le Thiméon qui va se jeter dans le Piéton un peu en aval de Luttre, après un trajet à peu près est-ouest.

En somme, nous avons, dans le Piéton et ses affluents qui viennent du Sud, une série de ruisseaux qui, nés tout

près de la ligne de faîte orographique, descendent la pente du sol dans une direction conséquente qui semble les mener rejoindre les hauts affluents de la Senne et de la Dyle; mais ils sont bientôt déviés de cette direction et se réunissent en un tronc qui prend son chemin vers le Sud à travers la ligne de faîte orographique.

Faisons remarquer, sans insister pour le moment, à l'ouest du haut Piéton, deux rivières, la Haine, prolongée par le ruisseau du Marais, et la Haie, dont les vallées prennent naissance près de la ligne de faîte du nord de la Sambre-Meuse, à l'endroit où elle va devenir distincte de la ligne de partage des eaux. Ces deux cours d'eaux coulent vers le Nord, parallèlement au Piéton, dont la Haine n'est séparée que par un étroit plateau ; ils semblent destinés, si l'on n'envisage que ce cours supérieur, à aller rejoindre la Samme-de-Seneffe et le ruisseau de Sçailmont. Mais, à hauteur de Carnières, la Haine, brusquement déviée de sa direction conséquente et absorbant la Haie, tombe dans un sillon qui se dirige vers l'Ouest.

Ce sillon étant une vallée d'érosion fortement encaissée, le cas de la Haine et de la Haie fait, de nouveau, songer à un phénomène de capture qui aurait décapité deux hauts affluents de la Samme-de-Seneffe au profit d'un affluent direct de l'Escaut.

§ 6.

L'Orneau (fig. 12) prend naissance près de Grand-Leez, au nord-est de Gembloux, vers la cote 160 et rejoint la Sambre à Jemeppe. A partir de Gembloux, il présente un cours général nord-sud, dans une vallée cependant assez flexueuse qui coupe la ligne de faîte du nord de la Sambre en un endroit où elle atteint des altitudes de 180 à 194 mètres.

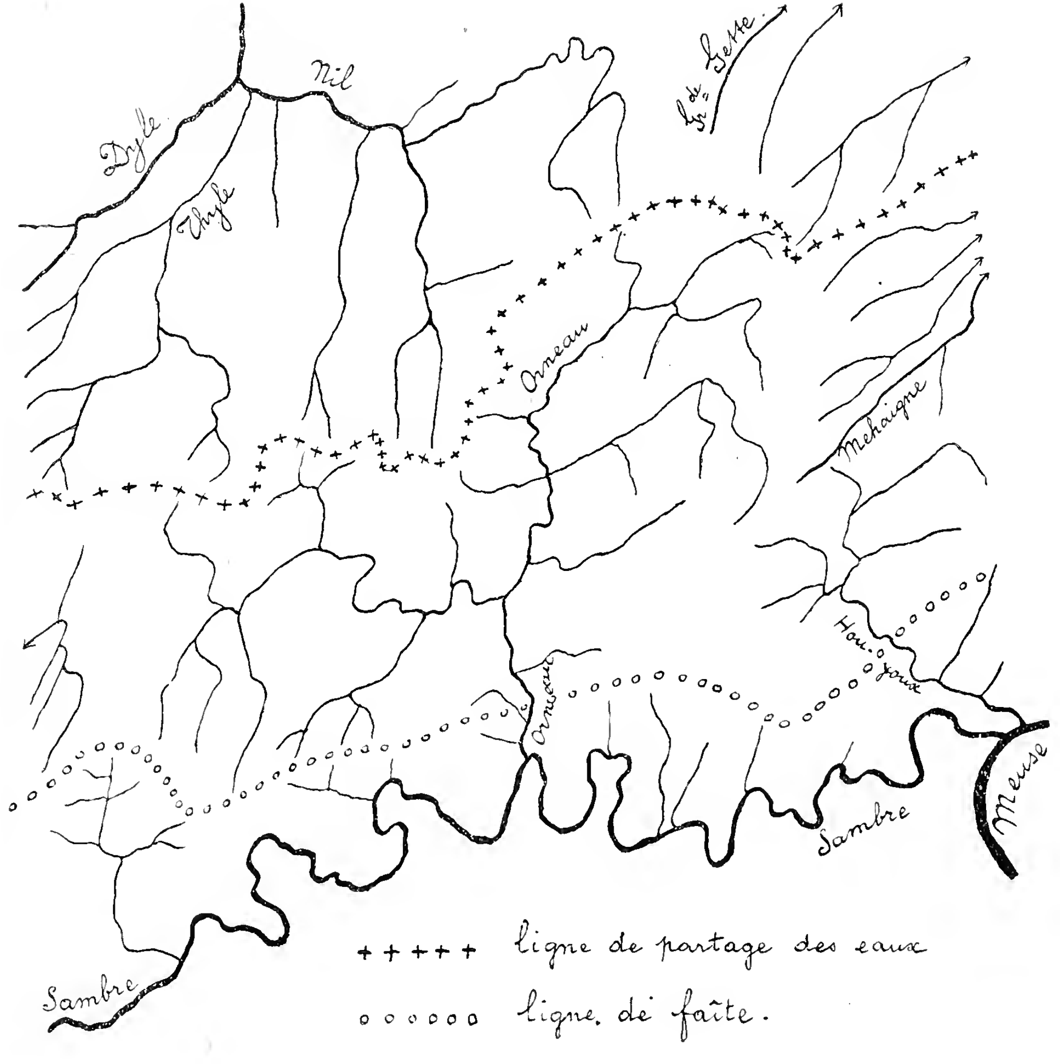


Fig. 12.

La Sambre, l'Orneau, etc.

Du voisinage de la ligne de faîte, à l'ouest de l'Orneau, descendent vers le Nord, à la façon du haut Piéton et du ruisseau de Trazegnies, plusieurs petits cours d'eau, les ruisseaux de Wangenies, de Fleurus, de Plomcot et du Grand-Vaux qui se réunissent pour former le ruisseau de Saint-Martin que reçoit l'Orneau près de la ferme de Falnuée.

Par sa rive gauche, l'Orneau reçoit plusieurs petits tributaires : le ruisseau de Grand-Leez, à cours supérieur sud-nord et ayant pour affluent le ruisseau de Liroux qui

coule dans le même sens; le ruisseau de Lonzée, le ruisseau de Golzinne et le ruisseau de Spy, dont les branches supérieures présentent la même particularité.

§ 7.

La Mehaigne (fig. 13) a son origine vers la cote 180 près du village de Saint-Denis qui le sépare de la source du ruisseau de Lonzée. Elle coule d'abord vers le Nord-Est, à peu près parallèlement à la Meuse, puis vers l'Est, jusque près d'Avennes-en-Hesbaye, et va rejoindre la Meuse presque en face de Huy. Elle traverse, un peu en amont de son confluent, la ligne de faîte orographique, entre des hauteurs de 200 à 210 mètres.

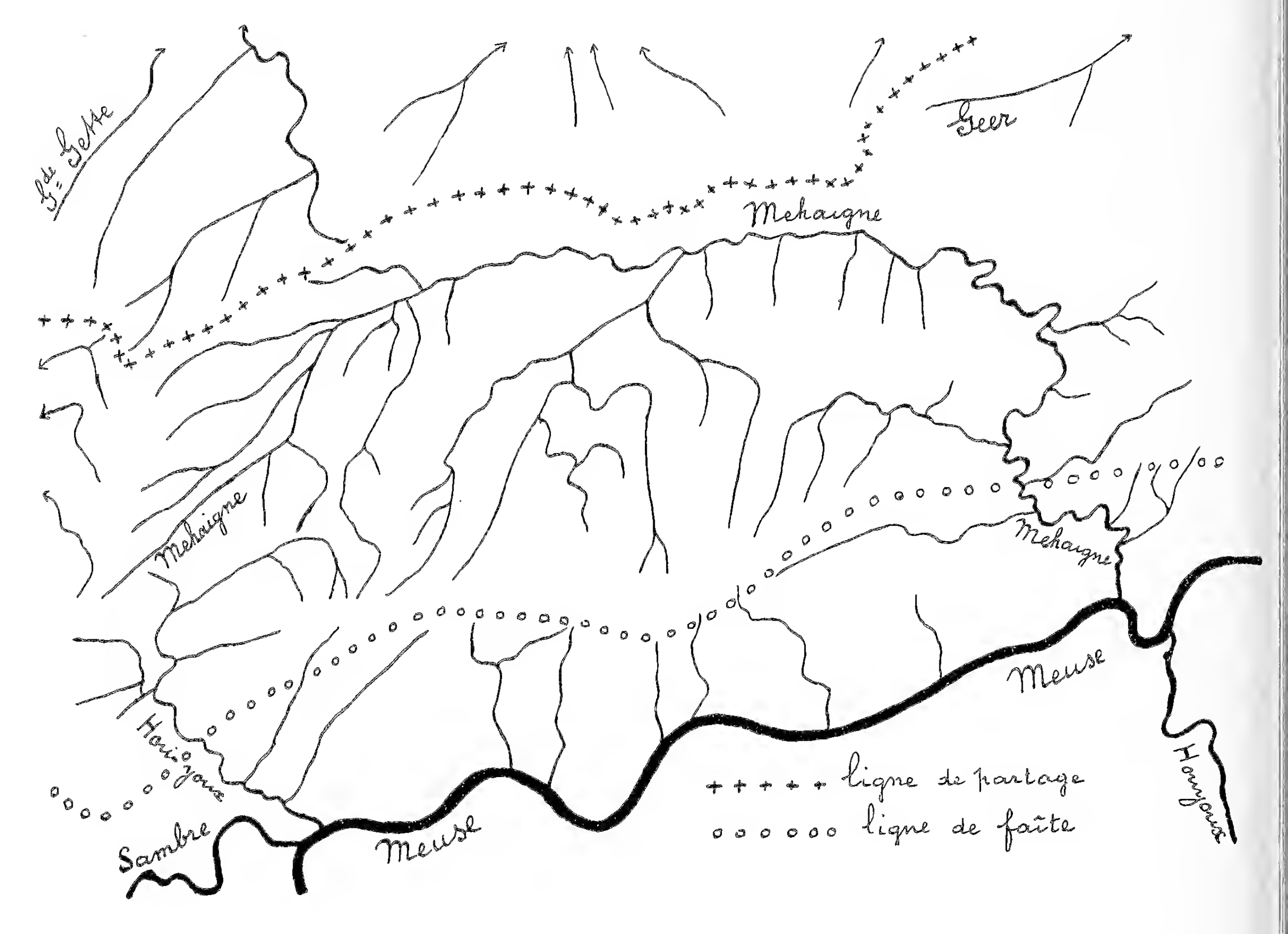


Fig. 13.

La Meuse, La Mehaigne, etc.

La Mehaigne est remarquablement pauvre en affluents du côté de sa rive gauche, spécialement dans la section est-ouest de sa vallée. Elle est serrée de très près, dans cette région, par la ligne de partage des eaux des bassins de l'Escaut et de la Meuse ; des affluents de la Petite-Gette et du Geer viennent recueillir les eaux tombées sur des terrains situés à un kilomètre de la Mehaigne.

Par sa rive droite, au contraire, la Mehaigne reçoit, par une série de ruisseaux coulant du Sud au Nord, les eaux tombées sur le versant septentrional de la ligne de faîte orographique.

§ 8.

La partie supérieure du bassin du Geer (fig. 14) appartient au même type que ceux de la Mehaigne, de l'Orneau et du Piéton. Née vers la cote 130, près du village qui porte le même nom, cette rivière coule, jusque Tongres, dans une direction voisine d'Est-Nord-Est, parallèlement à la Meuse. A partir de Tongres, elle s'infléchit vers le Sud-Est; mais, au lieu d'aller rejoindre directement la Meuse, à la façon de la Mehaigne, elle s'engage, à Sluse, dans une vallée encaissée, véritable tranchée creusée dans la craie, jusque Eben-Emael, et dont la partie terminale, en aval du hameau d'Eben, se dirige vers le Nord, présentant avec la vallée de la Meuse un parallélisme frappant.

La rive gauche du Geer est longée, à peu de distance, par la ligne de partage des eaux entre l'Escaut et la Meuse [1] et, à l'exception d'un petit ruisseau qui la rejoint près de Waremme, la rivière ne reçoit, de ce côté, aucun affluent. Elle n'est, du reste, guère plus favorisée du côté de la rive droite.

Le seul ruisseau de quelque importance qu'elle reçoit de ce côté, a cependant beaucoup d'intérêt pour nous, car il

[1] Alors que la ville de Tongres est baignée par le Geer, on voit des tributaires du Démer venir prendre leur source jusque dans les faubourgs qui l'avoisinent.

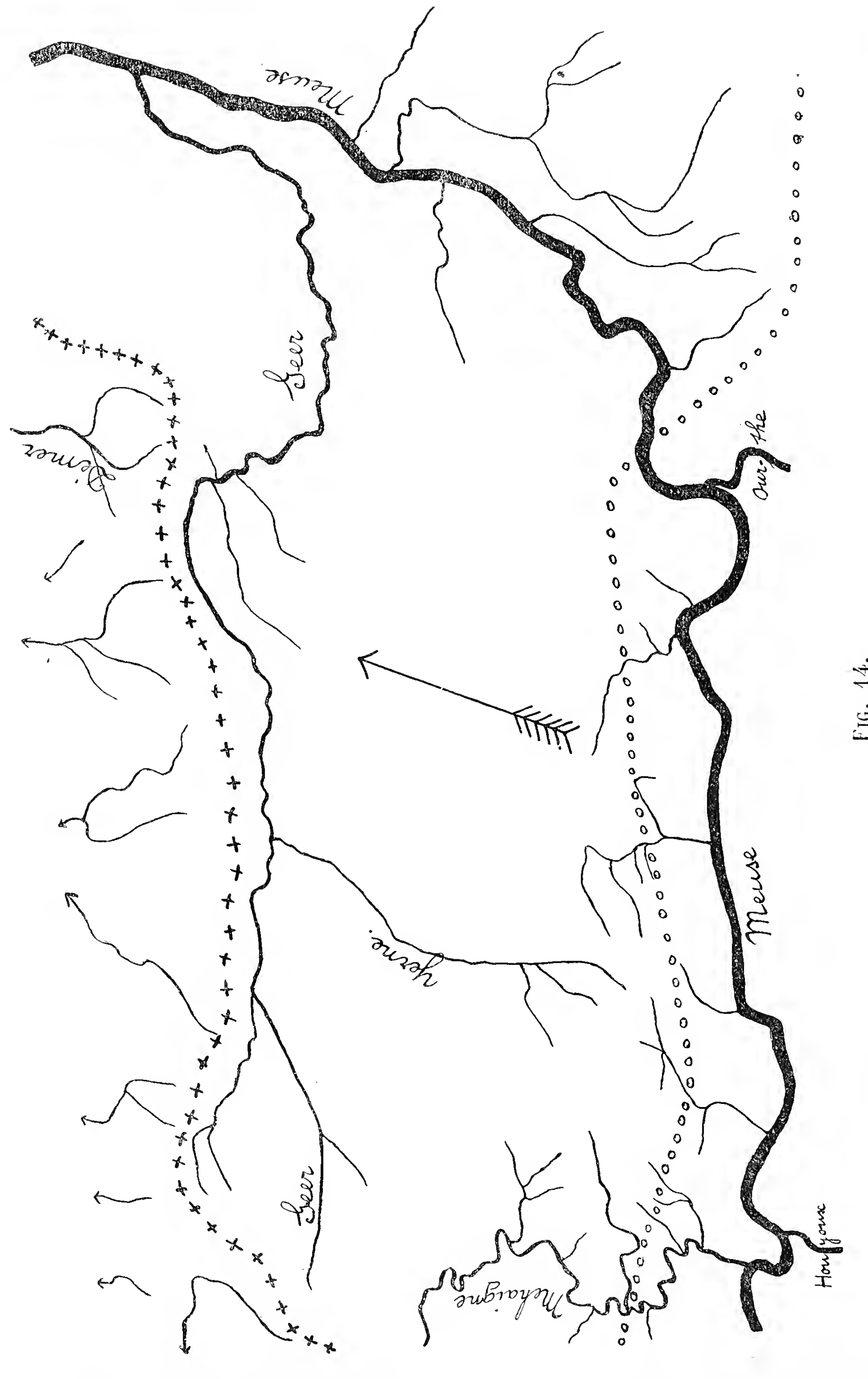


Fig. 14.
La Meuse, Le Geer, etc.

rentre dans le type dont nous venons de rencontrer tant d'exemples depuis le haut Piéton; la Yerne naît sur la ligne de faîte orographique, au voisinage de la cote 200 et coule vers le Nord, pour rejoindre le Geer près de Grandville.

Dans la partie encaissée de la vallée du Geer, entre Sluse et Eben, débouchent une série de *vallées sèches*, ou ne renfermant que des ruisseaux insignifiants; plusieurs d'entre elles peuvent être suivies, vers le Sud, jusque près de la ligne de faîte.

§ 9.

Ainsi donc, depuis Anderlues jusque près de Liége, nous rencontrons, au nord de la Sambre-Meuse, une série de cours d'eau qui, nés tout près de la ligne de faîte orographique, descendent la pente du sol dans une direction qui semble les mener vers les hauts affluents de la Senne, de la Dyle, des deux Gette et du haut Démer; mais, d'une façon généralement très brusque, ils se recourbent et sont absorbés par des rivières qui ramènent leurs eaux vers le Sud, à la Sambre-Meuse, par des vallées coupant, à la façon de cluses, la ligne de faîte orographique.

On peut faire observer, d'autre part, que la ligne de partage des eaux entre le bassin de l'Escaut et celui de la Meuse ne présente, dans cette région, qu'un relief beaucoup moins accusé que la ligne de faîte orographique.

Si nous remarquons, en outre, la différence d'altitude entre le fond de la vallée de la Sambre-Meuse et le plateau qui la borde au Nord et au pied duquel elle se creuse brusquement; si nous considérons le caractère encaissé des vallées inférieures du Piéton, de l'Orneau, de la Mehaigne et du Geer, nous arrivons à conclure que les cours supérieurs, à direction sud-nord, des ruisseaux qui constituent ces quatre cours d'eau, étaient primitivement des têtes d'affluents de la Senne, de la Dyle, des deux Gette

et du Démer et qu'ils en ont été détournés par des phénomènes de capture.

Des torrents à pente très rapide, nés sur le versant gauche de la vallée de la Sambre-Meuse ont, à mesure de l'approfondissement de cette vallée, entamé graduellement, par érosion régressive, la ligne de faîte orographique qui faisait, en même temps, fonction de ligne de partage des eaux. Reculant de plus en plus leur tête et voyant se greffer sur elle des affluents torrentiels, ils ont fini par pénétrer dans les vallées supérieures des affluents de l'Escaut, nés au voisinage de la Sambre-Meuse.

Nous pensons qu'on aurait peine à expliquer autrement les particularités que nous venons de faire ressortir dans la disposition des affluents nord de la Sambre-Meuse.

Nous pouvons même ajouter qu'on rencontrerait difficilement des exemples plus démonstratifs de phénomènes de capture.

Supposons un instant que les choses se présentent autrement; que des rivières, nées au voisinage de la crête qui longe le bord nord de la vallée de la Sambre-Meuse, coulent régulièrement vers le Nord, conformément à la pente générale du terrain et aillent rejoindre les affluents de l'Escaut. Personne, en remarquant l'encaissement considérable de la Sambre-Meuse en contre-bas des sources de ces rivières, n'hésiterait à dire que la position de leur partie supérieure est périlleuse et que leur voisin du Sud s'apprête à s'en emparer.

§ 10.

Nous n'avons pas l'intention d'analyser, d'une façon détaillée, les rapports des rivières à cours sud-nord des bassins de la Senne, de la Dyle, etc., avec les affluents de la Sambre-Meuse qui descendent la pente septentrionale de la grande ligne de faîte, et de rechercher des correspon-

dances de vallées des deux côtés de la ligne de partage des eaux Escaut-Meuse. C'est un exercice auquel on peut se livrer à l'aide des cartes topographiques, bien que la marche de la dénudation, depuis les époques où se sont faites les captures, rende ces assimilations assez difficiles.

Nous pouvons, toutefois, faire remarquer quelques-unes de ces correspondances qui ne paraissent pas douteuses : celle de la haute Haine avec la Samme-de-Seneffe ; celle du haut Piéton avec la Samme ou avec le ruisseau de Renissart; du Thiméon (en amont de Mellet) avec la branche orientale de la Thyle; de la Ligne (ruisseau de Saint-Martin) avec le ruisseau de Gentinnes; du haut Geer avec le haut Démer.

§ 11.

Le Piéton, l'Orneau, la Mehaigne et, jusqu'à un certain point, le Geer, sont quatre rivières appartenant à un même type, que nous appelerons le *premier type.*

Mais ce ne sont pas les seuls affluents du nord de la Sambre-Meuse en aval de la Jambe-de-Bois. Dans les intervalles compris entre les confluents de ces rivières, la Sambre-Meuse reçoit une série de cours d'eau de moindre importance, dont la plupart descendent directement de la ligne de faîte *(troisième type).* Mais quelques-uns, parmi eux, constituent un type intermédiaire *(deuxième type)* en ce sens que, bien que la plus grande partie de leur bassin soit située sur le versant méridional du plateau, ils ont cependant poussé quelques affluents à travers la crête orographique. Tel est, par exemple, le Hoyoux-de-Rhisnes, qui possède quelques petits affluents à cours sud-nord dont deux, du côté de l'Est, paraissent provenir d'une capture opérée aux dépens de la haute Mehaigne.

§ 12.

D'après ce qui précède, nous pouvons nous représenter

quel aurait été l'aspect des choses si, par suite de circonstances quelconques, les affluents torrentiels de la rive gauche de la Sambre-Meuse n'avaient pu entamer la ligne de faîte qui la borde au Nord et aller s'emparer des têtes des rivières descendant vers le Nord à partir de cette ligne de faîte. C'est ce que nous figurons par le schéma

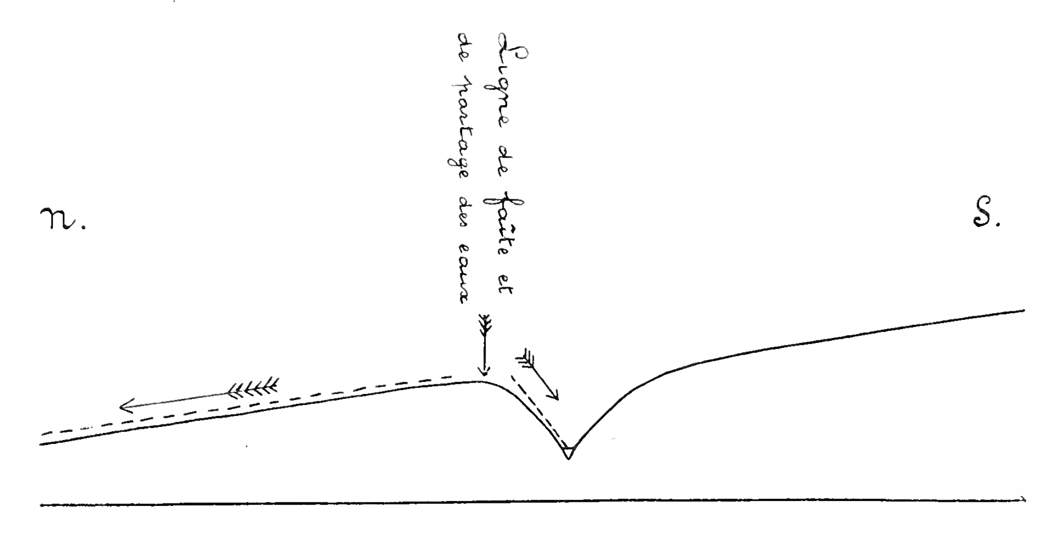


Fig. 15.

Schéma relatif au § 12.

ci-dessus (fig. 15), indiquant un état de choses éminemment instable. Cette représentation théorique, en restituant au bassin de l'Escaut des espaces qui furent plus tard annexés à la Sambre-Meuse par des phénomènes accessoires d'érosion régressive, réduit pour ainsi dire à zéro la partie nord du bassin de ce fleuve et rend plus frappante encore la *position anormale du sillon de la Sambre-Meuse* par rapport à un ensemble de rivières coulant dans un sens à peu près perpendiculaire.

Il serait intéressant de chercher à expliquer la formation de ce sillon *transséquent* à travers un système de cours d'eau conséquents (voir chapitre VII).

§ 13.

Nous faisons remarquer plus haut (chapitre I, p. M 226)

qu'entre Condé et Liége, aucun cours d'eau ne traverse de part en part la zone occupée par le bassin géologique de Namur.

Le bassin houiller lui-même, entre ces deux points, n'est croisé par aucune rivière.

La chose est littéralement vraie. Cependant, il s'en faut de très peu qu'une rivière ne coupe du Sud au Nord la zone du bassin houiller, du moins dans ses limites tectoniques actuelles.

La vallée du haut Piéton prend naissance près d'Anderlues, précisément en un point où le plan de la Grande Faille du Midi qui limite le terrain houiller sous le Tertiaire viendrait couper le sol [1]; et, d'autre part, le Piéton, dans sa courbe par Pont-à-Celles, entame le calcaire dinantien du bord nord du bassin.

Un peu à l'ouest du haut Piéton, coulent parallèlement deux cours d'eau que nous connaissons déjà : la haute Haine et son affluent la Haie.

La vallée de la haute Haine prend naissance un peu plus au Sud que celle du Piéton; celles du ruisseau du Marais et de la Haie plus au Sud encore, près du hameau du Planty, au-dessus du prolongement des bandes coblenciennes du nord du bassin géologique de Dinant. De sorte que, même sans faire appel aux anciens rapports de la haute Haine et de la Haie avec la Samme-de-Seneffe, on peut dire que la Haie, la Haine et le Piéton forment un groupe de trois rivières parallèles et voisines qui, *en se relayant*, traversent de part en part la zone du bassin houiller du Hainaut.

§ 14.

Un coup d'œil jeté sur la carte géologique nous donne la clef de cette disposition ou, du moins, montre avec quelle

(1) Les terrains primaires sont, en ce point, à environ 45 mètres de profondeur.

particularité de la composition du sol elle se trouve être en rapport.

Contrairement à ce qui se passe entre Liége et Fontaine-l'Evêque, le bassin houiller, dans la région du haut Piéton et de la haute Haine, région que nous appellerons le *plateau d'Anderlues*, est recouvert d'un manteau ininterrompu de terrains tertiaires, continus avec ceux du Brabant et qui s'étendent, en s'élevant d'une façon régulière, jusqu'aux hauteurs qui bordent au Nord la vallée de la Sambre, en face de Lobbes et de Thuin.

Depuis Mont-Ste-Geneviève, au nord de Lobbes, jusque dans le Brabant, la pente des terrains tertiaires se fait d'une façon continue, sans être affectée sensiblement par le passage souterrain du bassin houiller. Les eaux tombées sur le plateau d'Anderlues, même au sud de la Grande Faille, profitant de cette espèce de pont ménagé par-dessus le synclinal carbonifère, tendaient donc à se réunir en rivières coulant vers le Nord ; mais les cours d'eau cheminant ainsi sur ce plateau entre la dépression de la vallée de la Sambre et la vallée principale de la Haine, se trouvaient dans une position fort compromise : les uns ont été capturés par le bas Piéton, les autres par la Haine, aux dépens des branches supérieures de la Samme-de-Seneffe.

§ 15.

Les étages tertiaires qui constituent le plateau d'Anderlues (1) sont, de haut en bas : le Bruxellien, l'Yprésien et le Landénien marin. Nous laissons de côté le Landénien supérieur et le Heersien (2) dont l'extension est locale. La

(1) Nous étendons le nom de *plateau d'Anderlues* à toute la région des planchettes de Morlanwelz et de Fontaine-l'Evêque occupée par la teinte jaune du Bruxellien; cet étage déborde, en outre, de la planchette de Morlanwelz sur le nord de celle de Thuin.

(2) Sur la feuille Binche-Morlanwelz de la Carte géologique au 40 000e, les argiles de Trahegnies à végétaux, inférieures au Landénien marin, sont notées comme heersiennes.

présence de lambeaux de terrain lédien sur les territoires des planchettes de Gouy-lez-Piéton et de Gosselies rend admissible l'ancienne extension de cet étage jusque sur le plateau d'Anderlues. En outre, pour des raisons qui seront dites plus loin, nous admettons l'ancienne extension des sédiments du Pliocène diestien dans la région qui nous occupe.

Pour le moment, bornons-nous à envisager le plus élevé des étages tertiaires qui y subsistent en nappes continues, le Bruxellien.

De la région drainée par les affluents orientaux de la Senne, le Bruxellien s'élève de façon régulière, par le plateau d'Anderlues, jusqu'aux hauteurs de Mont-Ste-Geneviève qui forment la crête du nord de la vallée de la Sambre, en face de Lobbes, dans une région où la ligne de faîte orographique coïncide encore avec la ligne de partage des eaux. Au bois de la Houssière, au nord de Lobbes, on voit la base du Bruxellien reposer sur l'Yprésien à la cote 200, dominant ainsi de plus de 80 mètres le fond de la vallée de la Sambre.

§ 16.

La vallée du Piéton, depuis le confluent du Thiméon jusqu'à la Sambre, est creusée dans le terrain houiller, fortement disloqué, du nord du bassin de Charleroi. En amont du Thiméon, elle entame même le calcaire dinantien, de même, du reste, que le Thiméon lui-même.

D'autre part, le terrain bruxellien, séparé du Houiller par une faible épaisseur d'Yprésien, couronne, des deux côtés, le haut des flancs de la vallée inférieure du Piéton. Il est évident qu'avant le creusement de cette vallée, le Bruxellien s'étendait en nappe continue à travers son emplacement actuel.

Le Piéton se présente donc, dans la partie de son cours où il entame les terrains primaires, comme un cours d'eau *épigénétique* ou *surimposé.*

Sur le flanc occidental de la vallée du Piéton, le Bruxellien s'arrête, devant la vallée de la Sambre, à Goutroux, où sa base se trouve à la cote 180. A l'est du Piéton, le Bruxellien ne dépasse pas les hauteurs de Bayemont, où sa base est à la cote 176 au haut du versant nord de la vallée de la Sambre.

Plus à l'Est, on trouve le bord du plateau bruxellien du nord de la Sambre aux Petites-Hamandes (base à la cote 172) et au Grand-Trieu (nord de Châtelineau) (base à la cote 188).

Ainsi donc, depuis les environs de Mont-Ste-Geneviève jusqu'au Grand-Trieu, pour nous arrêter provisoirement en ce point, la nappe bruxellienne du Brabant vient se terminer en haut du versant qui domine la rive gauche de la Sambre, en formant une bordure qui présente une échancrure large et allongée, correspondant à la vallée d'érosion du Piéton et des sinuosités dues à des vallées de ruisseaux moins importants.

Si la carte géologique s'arrêtait là, on pourrait croire que les sables bruxelliens ne se sont jamais étendus plus loin et que, chose anormale, leur extension vers le Sud est limitée par une vallée dont ils couronnent aujourd'hui l'un des versants [1].

§ 17.

Mais le Bruxellien, bien caractérisé, existe au-delà de la Sambre, au sud de la vallée du Piéton. Il forme, dans l'Entre-Sambre-et-Meuse, une nappe de grande extension entre l'Eau-d'Heure et le ruisseau d'Acoz et une série d'*outliers* plus ou moins étendus, dont le plus voisin de la Sambre se trouve à Bouffioulx et dont le plus méridional

[1] De même que, à l'est de Namur, on limitait jadis à la vallée de la Meuse l'extension du Tongrien.

qu'indique la Carte géologique est situé au sud de Sivry ; dans le sens est-ouest, ils s'étendent de Sivry à Rosée. Il n'est pas douteux que tous ces lambeaux aient formé autrefois une nappe continue, qu'ils se sont, notamment, rejoints par dessus la vallée actuelle de l'Eau-d'Heure dont le caractère épigénétique nous apparaît, de la sorte, aussi nettement que pour le Piéton [1].

Il ne nous importe pas, pour le moment, de connaître l'ancienne extension du Bruxellien d'Entre-Sambre-et-Meuse vers le Sud, vers l'Est et vers l'Ouest. Mais, dans la direction du Nord, il est impossible de ne pas admettre qu'il était en continuité autrefois avec le Bruxellien du plateau d'Anderlues et des deux côtés de la basse vallée du Piéton.

§ 18.

Les sables bruxelliens, sans préjudice des dépôts tertiaires plus récents qui ont pu y être superposés, se sont donc, dans la région comprise entre la frontière et Tamines, étendus en nappe continue par-dessus l'emplacement de la vallée de la Sambre. L'allure de la base de l'étage montre que ces sables n'ont pas rencontré, sur cet emplacement, une vallée déjà creusée, qu'ils auraient remplie. Le creusement de cette vallée dans les terrains primaires est donc postérieur à l'époque bruxellienne et il a dû être précédé de l'ablation du Bruxellien lui-même par l'érosion fluviale et torrentielle. La région où le Bruxellien a disparu, entre la frontière et Tamines, forme une zone dont la Sambre est l'axe. Ce serait compliquer inutilement les choses que de refuser de voir l'agent de ces érosions dans la Sambre elle-même et ses affluents.

Nous considérons donc comme démontré que la Sambre, dans la section envisagée, est, comme le Piéton et comme

(1) Le caractère épigénétique des rivières d'Entre Sambre-et-Meuse a été affirmé très nettement par M. H. de Dorlodot en 1899. *Bull. Soc. belge de géol.*, t. XIV, p. 145, 1900.

l'Eau-d'Heure, une rivière épigénétique ou surimposée. Sa vallée, d'abord établie sur les terrains tertiaires, s'est, à mesure des progrès de l'érosion, enfoncée sur place à travers les terrains primaires sous-jacents.

§ 19.

Nous ferons remarquer, pour le cas présent, comme nous aurons à le faire plus loin, à plusieurs reprises, pour d'autres cours d'eau, que la direction générale de la Sambre, entre la frontière et Marchienne, est absolument indépendante de la direction des bandes de terrains primaires, redressés ou plissés, qu'elle traverse ; et que, de la frontière à Tamines, la disposition des sinuosités de la rivière, des méandres de premier ordre, ne présente aucun rapport avec l'allure des couches devoniennes et carbonifères ni avec les inégalités dans la résistance des roches, à part quelques cas locaux, inévitables, qui ne peuvent infirmer la règle générale.

Les choses se présenteraient tout autrement, si la Sambre avait encaissé son lit directement dans un massif primaire, même préalablement réduit à l'état de pénéplaine.

§ 20.

Faisons encore un pas dans la série de nos déductions.

Les lambeaux bruxelliens d'Entre-Sambre-et-Meuse sont disposés comme s'ils continuaient, vers le Midi, la pente lentement ascendante du Bruxellien du nord de la Sambre. Il est certain qu'avant les dénudations qui ont isolé les lambeaux de l'Entre-Sambre-et-Meuse, le Bruxellien, surmonté peut-être d'autres étages tertiaires, s'étendait, d'une façon continue, du Brabant jusqu'à une distance inconnue dans l'Entre-Sambre-et-Meuse, en présentant une pente régulière vers le Nord. Immédiatement après le retrait de la mer bruxellienne, ou de la mer tertiaire plus

récente qui a recouvert le pays, la vallée de la Sambre n'existait pas.

Quand le Tertiaire, pour prendre un terme général, s'étendait sur le massif primaire du sud de la Sambre, il devait exister, dans la région, des cours d'eau du type conséquent, c'est-à-dire descendant du Sud au Nord selon la pente du terrain et qui croisaient le tracé du cours futur de la Sambre.

Ces cours d'eau ont été coupés en deux tronçons par la formation de la vallée de la Sambre ; leurs tronçons méridionaux sont devenus les affluents de droite de cette rivière.

Les tronçons septentrionaux, considérablement appauvris, ont continué à couler vers le Nord, pendant que la Sambre-Meuse creusait sa vallée d'érosion.

Voilà pourquoi, dans le schéma donné plus haut (fig. 15) et qui montre l'état des choses à ce moment, on voit les tronçons des rivières conséquentes prendre naissance à peu de distance de la Sambre, au haut de la crête qui en borde la rive gauche.

Dès que le creusement de la vallée de la Sambre fut parvenu au substratum primaire de la région, il devint pénible dans la section située en amont de la Jambe-de-Bois, mais plus aisé et plus rapide en aval, dans le terrain houiller.

Des ruisseaux, à mesure du creusement, prirent naissance sur le flanc gauche de la vallée, en descendant de la ligne de faîte orographique qui se confondait alors partout avec la ligne de partage hydrographique. En amont de la Jambe-de-Bois, ils sont restés de médiocre étendue. En aval, au contraire, le niveau de base s'abaissait rapidement; un de ces ruisseaux latéraux s'est, suivant une loi connue, activement étendu vers l'amont, en reportant sans cesse plus loin l'origine de sa vallée à travers la ligne de faîte

orographique et il a fini, par les progrès de l'érosion régressive, par atteindre, dans leur partie supérieure, les vallées des tronçons septentrionaux de plusieurs anciennes rivières conséquentes qui ont ainsi subi, par capture, un nouvel appauvrissement, bien moins grave, il est vrai, que le premier.

Ainsi s'est formé le bassin actuel du Piéton. La vallée inférieure du Piéton, entre Luttre et le confluent, se trouve dans le prolongement direct de celle de l'Eau-d'Heure. Il paraît admissible qu'après la formation de la Sambre, l'affluent torrentiel de la rive gauche qui était destiné à devenir le Piéton ait exercé son érosion régressive, à partir de la vallée de la Sambre, suivant le tronçon septentrional décapité de la vallée de l'Eau-d'Heure, trouvant là un travail particulièrement facile. Le sens de l'inclinaison du thalweg, dans ce tronçon, s'est donc renversé; il est devenu obséquent.

§ 21.

Comme nous le savons déjà (chap. II, § 3), c'est surtout en amont du plateau d'Anderlues, que la Sambre présente un caractère frappant d'asymétrie. De la Jambe-de-Bois à l'origine de la rivière, la ligne de faîte du nord de la vallée est, comme en aval, proche de la rive gauche; la Sambre ne reçoit, de ce côté, que quelques petits ruisseaux dont plusieurs, comparables au Hoyoux-de-Rhisnes, poussent des ramifications au-delà de la ligne de faîte, sans aller, cependant, capturer des branches importantes appartenant, quant à la pente générale, au bassin de l'Escaut.

De sa source (1) à la Jambe-de-Bois, la vallée de la Sambre présente, d'une façon très nette, la particularité

(1) La branche supérieure primitive de la Sambre est le ruisseau de Boué, dont l'origine se trouve à 4 1/2 kilomètres au NW. de La-Capelle. Voir J. GOSSELET : Le Plateau de La-Capelle, *Ann. Soc. géol. du Nord*, t. VIII, p. 29, 1881.

d'être comme une gouttière transversale, située à mi-hauteur sur la pente qui, des plateaux de la Thiérache et de la Fagne, descend vers les thalwegs divergents du haut Escaut et de la Haine (fig. 16).

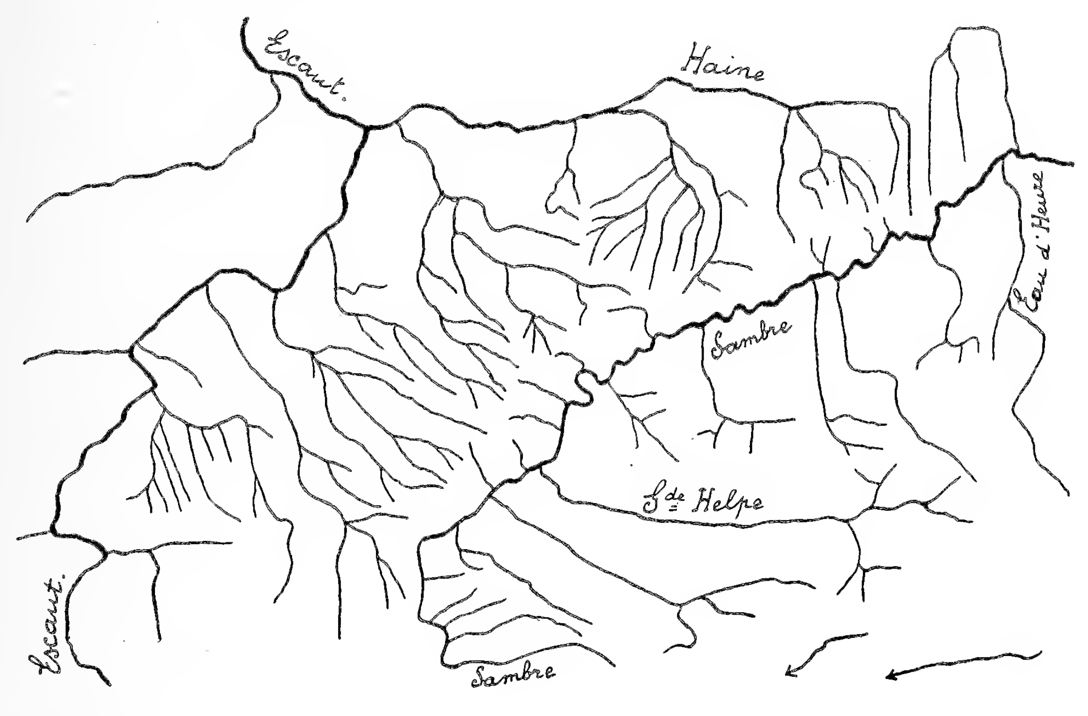


Fig. 16.

Bassins du haut Escaut et de la haute Sambre.

Depuis son origine jusque près d'Aulnoye, la Sambre creuse sa vallée dans une région formée par le terrain turonien, recouvert de sables landéniens en nappes discontinues. A partir d'Aulnoye, les terrains primaires commencent à se montrer sur les rives ; du côté de la rive droite, le Turonien n'offre plus que des vestiges isolés et le Landénien se présente sous forme de lambeaux qui se restreignent et s'espacent à mesure qu'on s'avance vers l'Est, mais ne cessent pas d'exister jusque dans la partie belge de l'Entre-Sambre-et-Meuse.

Sur le plateau qui borde la rive gauche de la Sambre à partir d'Aulnoye et d'où descendent la série des affluents méridionaux de la Haine depuis l'Aunelle jusqu'à la

Samme-de-Binche, le Landénien existe d'une façon continue et se relie, sans interruption importante, avec celui de la vallée de la Haine et du centre de la Belgique. A partir du nord d'Erquelinnes, la ligne de faîte et de partage des eaux du nord de la Sambre est constituée par l'Yprésien, continu avec celui que surmonte le Bruxellien du plateau d'Anderlues.

Il n'est pas douteux que le Landénien se soit autrefois étendu dans tout le pays que traverse la haute Sambre et jusque sur les plateaux de l'Entre-Sambre-et-Meuse où l'on en retrouve des vestiges nombreux. Par conséquent, en supposant même qu'aucun étage marin ne l'eût jamais recouvert, le caractère épigénétique de la Sambre, entre Aulnoye et le plateau d'Anderlues apparaîtrait déjà nettement.

Mais des indices très positifs prouvent qu'il en a été autrement. Dans l'Entre-Sambre-et-Meuse, la superposition directe du Bruxellien au Landénien semble indiquer que la mer yprésienne ne s'est pas étendue dans la région ou, du moins, n'y a pas laissé de sédiments (1) ce qui, pratiquement, revient au même. On admet cependant aujourd'hui qu'à l'époque des sables à *Nummulites planulata*, la mer du bassin de Paris communiquait avec celle des Flandres et des vestiges trouvés non loin de Bohain, par M. Leriche (2), rendent admissible l'ancienne existence de l'Yprésien dans la région de la haute Sambre et du haut Escaut.

(1) Il serait pourtant étonnant que l'Yprésien, qui a 40 mètres d'épaisseur dans les collines du bois de Peissant, ne se soit jamais étendu au sud de la Sambre. L'Yprésien peut avoir existé dans l'Entre-Sambre-et-Meuse et avoir été dénudé pendant la période d'émersion correspondant au Panisélien. Dans l'est du bassin de la Haine, il existe des indices d'une lacune stratigraphique entre l'Yprésien et le Bruxellien (voir BRIART. *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. IX, p. CLXXVI, 1881-82.

(2) M. LERICHE. Sur l'existence d'une communication directe entre les bassins parisien et belge à l'époque yprésienne. *C.-R. de l'Acad. des sc. de Paris*, 26 janvier 1903.

Le Bruxellien des abords de la Sambre cesse brusquement en amont d'une ligne qui va de Binche à Beaumont; mais on sait depuis longtemps que, dans la région de la haute Sambre et du haut Escaut, de même que dans l'Entre-Sambre-et-Meuse et dans de nombreuses localités du bassin de la Haine, on rencontre une grande quantité de blocs de grès à *Nummulites lævigata*, vestiges indubitables d'une assise continue reliant la partie supérieure, généralement dénudée, du Bruxellien belge à une zone bien déterminée du Calcaire grossier du bassin de Paris [1]. Le Bruxellien du plateau d'Anderlues et de l'Entre-Sambre-et-Meuse s'est donc étendu dans toute la région de la haute Sambre et s'il représente, ce qui n'est pas certain, l'assise marine la plus récente qui s'y soit déposée, c'est à sa surface qu'ont dû s'établir, à mesure de l'émersion, les premières rivières conséquentes de cette région. Ces cours d'eau, descendant des hauteurs de l'Entre-Sambre-et-Meuse, coulaient, selon la pente générale des terrains secondaires et tertiaires, dans des directions variant de l'Ouest au Nord, pour aller s'embrancher sur des troncs dépendant du bassin actuel de l'Escaut, en traversant, par conséquent, l'emplacement où se trouve aujourd'hui la vallée de la Sambre.

La vallée transséquente de la Sambre est venue, plus tard, couper en deux ces cours d'eau primitifs et absorber les tronçons supérieurs, pendant que les segments d'aval, considérablement appauvris, continuaient à couler selon la pente du terrain.

Comme nous le verrons plus loin, la formation de la vallée de la Haine a eu pour effet de décapiter, une seconde fois, certaines de ces rivières déjà amoindries.

[1] Plus récemment, M. Leriche a démontré l'existence du Bruxellien *in situ* à Trélon. Voir : L'Eocène des environs de Trélon. *Ann. Soc. géol. du Nord*, t. XXXII, p. 178, 1903.

§ 22.

Nous allons continuer à examiner les différentes régions traversées par la Sambre-Meuse, en suivant l'ordre qui nous paraît le plus avantageux pour la clarté de notre exposé. Envisageons d'abord le bassin de l'*Orneau*.

De sa source jusqu'au hameau de Lescaille (Gembloux), l'Orneau coule sur le Bruxellien ; il en est de même de ses deux petits affluents supérieurs à cours sud-nord, le ruisseau de Grand-Leez et celui de Liroux.

A partir de Gembloux, la vallée s'encaisse dans les terrains primaires et recoupe, perpendiculairement à leur direction générale, plusieurs assises siluriennes, puis toute la série des étages devoniens et carbonifères du bord nord du bassin géologique de Namur.

Le Bruxellien du Brabant s'étend d'abord, en une nappe continue, sur les plateaux qui bordent la vallée; mais au sud de Mazy, il ne forme plus que des lambeaux espacés. Plusieurs de ces lambeaux couronnent les hauteurs de la ligne de faîte du nord de la Sambre-Meuse, dans la région où l'Orneau la traverse pour rejoindre la Sambre.

Il est clair que tous ces lambeaux, réunis entre eux et avec la nappe bruxellienne du Nord, ont autrefois recouvert les terrains primaires d'un manteau continu et, par conséquent, l'Orneau, de Gembloux à son confluent, est de nature épigénétique.

Par analogie avec ce qui se passe un peu à l'Ouest, on peut, sans trop s'avancer, accorder le même caractère à la Sambre elle-même entre Châtelet et Namur ainsi qu'aux affluents méridionaux qu'elle reçoit dans cette région, car il est peu vraisemblable que le Bruxellien qui, à Moustier, arrive à moins d'un kilomètre de la Sambre, ne se soit jamais étendu plus au Sud. La Carte géologique (feuille Philippeville-Rosée) indique, d'ailleurs, la présence d'un petit lambeau bruxellien au sud-ouest de Rosée,

§ 23.

Transportons-nous à Liége, au confluent de l'Ourthe avec la Meuse. Remarquons d'abord qu'en aval de ce confluent, la Meuse, s'écartant des synclinaux du bassin géologique de Namur et coupant des courbes de niveau qu'elle suivait parallèlement, prend une direction conforme à celle des rivières du bassin de l'Escaut, autrement dit, une direction conséquente. Cette direction prolonge vers le Nord l'orientation générale de l'Ourthe entre Noiseux et le confluent. L'Ourthe et la Meuse de Maestricht semblent donc, à première vue, représenter un même tronc conséquent sur lequel est embranché l'axe transséquent de la Sambre-Meuse.

Quand on remonte la vallée de la Meuse limbourgeoise à partir de Maestricht, on la voit, jusque près de Visé, creusée dans les couches épaisses du Crétacé supérieur que recouvrent, à l'Est et à l'Ouest, les nappes de l'Oligocène tongrien.

A partir de Visé, elle s'encaisse profondément dans le terrain houiller, pendant que les couches crétacées, ininterrompues du côté de la Hesbaye, assez discontinues du côté du pays de Herve, ne cessent pas de recouvrir les massifs primaires des deux côtés de la vallée.

Le Crétacé du plateau de Hesbaye est surmonté, jusqu'au voisinage de la vallée de la Meuse, d'un revêtement d'Oligocène tongrien. Sur le plateau de Herve, on en trouve des lambeaux, couronnant les sommets, assez nombreux pour prouver l'ancienne existence d'une nappe en continuité avec celle de la Hesbaye.

Répétant le raisonnement que nous avons fait précédemment, nous devons conclure que, si l'Oligocène tongrien est la dernière formation marine qui ait recouvert le pays, c'est à sa surface que les premières vallées ont dû s'établir,

La plus ancienne de ces vallées étant nécessairement la plus profonde, celle de la Meuse, il devient clair pour nous que la Meuse, en aval de Liége, est un cours d'eau épigénétique.

§ 24.

Au sud de la section de la Meuse allant de Namur à Liége et dans l'angle compris entre l'Ourthe et la Vesdre, les cartes géologiques à petite échelle nous représentent le sol comme constitué exclusivement par les terrains primaires [1]. Mais les travaux exécutés dans ces dernières années pour la confection de la Carte au 40 000e ont permis de déterminer l'étendue et les contours d'un grand nombre de lambeaux de dépôts de tout autre nature, dont les plus importants étaient, d'ailleurs, connus depuis longtemps. Ces dépôts sont représentés sur la Carte au 40 000e par une teinte jaune bordée d'un liséré rouge.

Nous voulons parler des sables, grès, cailloux roulés, conglomérats et argiles formant des lambeaux de quelques décamètres à plusieurs kilomètres d'étendue, ou des blocs isolés, et que la légende de la Carte réunit sous la rubrique de « Facies du système Oligocène dans la haute et la moyenne Belgique ». Ces dépôts existent déjà sur les hauteurs de la rive gauche de la Sambre-Meuse, depuis les environs de Suarlée jusque Liége ; ils se rencontrent dans une partie de l'Entre-Sambre-et-Meuse, dans le Condroz, le pays de Herve, sur les flancs et même jusque sur les hauts plateaux de l'Ardenne.

Les plus anciens de ces dépôts, les sables portant la notation *Om*, sont regardés comme étant d'origine marine *directe* et M. Van den Broeck y voit les représentants des sables tongriens à *Ostrea ventilabrum*. Ce sont, comme

[1] Avec quelques vestiges de Crétacé dans l'Est.

l'expriment les auteurs de la légende, des « vestiges de nappes étendues ».

Quant aux dépôts supérieurs, dits continentaux, *On*, leur nature et leur mode de gisement les font considérer comme lagunaires, lacustres ou fluviaux. Mais, quoi qu'il en soit, si l'on se demande quelle est leur origine première, si l'on recherche d'où proviennent, notamment, les sables blancs *Ons*, etc. et les graviers *Onx*, on doit répondre que, bien qu'ils aient pu être maniés et remaniés à plusieurs reprises par les actions torrentielles, fluviales, lacustres ou éoliennes, il faut cependant admettre qu'ils ont dû être apportés sur les massifs primaires de la haute Belgique par une ou plusieurs transgressions marines. En effet, comme M. Lohest le faisait remarquer il y a longtemps déjà (1) : « l'altération, la désagrégation et le lavage des « roches du Condroz, du pays de Herve et de l'Ardenne ne « fournissent rien d'analogue à ces sables blancs à grain « de quartz hyalin, parfois rosé ».

Les dépôts continentaux exclusivement formés par des matériaux directement empruntés aux formations primaires locales, ont un caractère particulier qui permet d'exclure, à première vue, toute origine marine même indirecte. Tels sont les dépôts wealdiens ou bernissartiens du Hainaut et les amas de sables, graviers et argiles qui se rencontrent si fréquemment dans les poches des calcaires primaires, dans la même province et dans le nord de la France et dont les éléments, cailloux, sables et argiles proviennent toujours de roches primaires sous-jacentes ou certainement peu distantes.

La question du synchronisme des dépôts *Om* et *On* avec les couches fossilifères du Nord et de l'Ouest n'est pas

(1) M. Lohest. Des dépôts tertiaires de la haute Belgique. *Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. XV, p. 59, 1888.

résolue d'un accord unanime, comme on peut s'en rendre compte en parcourant les pages où M. Forir a condensé la littérature de cette partie du Tertiaire belge [1]. Ce qui semble résulter des recherches qui ont été faites à ce sujet et des opinions qui ont été émises, c'est que ces dépôts, que la Carte géologique classe, provisoirement et avec réserves, dans l'Oligocène, peuvent appartenir à une série d'époques bien distinctes, depuis le Landénien jusqu'au Pliocène.

Quoi qu'il en soit, il nous paraît incontestable que, pris dans l'ensemble, ils représentent, *quant à leur substance*, les dépôts marins les plus récents apportés sur les massifs primaires de la haute Belgique. C'est à leur surface, à mesure du retrait de la dernière invasion marine, qu'ont dû s'établir les cours d'eau les plus anciens du cycle géographique actuel et l'on comprend aisément que ces cours d'eau, en remaniant les cailloux *Onx* leur aient donné l'*allure ravinante et fluviale* qui semble être leur principal caractère.

§ 25.

Les dépôts *Om* et *On* constituent, des deux côtés de la vallée de l'Ourthe, des lambeaux plus ou moins importants qui diminuent d'étendue à mesure qu'on s'avance vers le Sud, mais que la Carte géologique indique jusque tout près de Laroche. Il nous paraît difficile de ne pas admettre qu'ils ont formé autrefois des nappes continues, recouvrant les terrains primaires de cette partie du pays et inclinées vers le Nord.

Nous voyons donc, dans l'Ourthe, une rivière épigénétique, établie sur un revêtement de couches tertiaires

[1] H. Forir. Bibliographie des étages laekénien, etc. et des dépôts tertiaires de la haute et de la moyenne Belgique. *Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. XXV*bis*, pp. 231 et suiv.

régulièrement inclinées vers le Nord, puis enfoncée sur place dans le massif primaire.

Le cours de la rivière présente, en quelques points, des rapports inévitables avec la nature et l'allure des couches primaires; mais, dans l'ensemble, la direction de la vallée et ses sinuosités de premier ordre sont absoluments indépendantes de la direction des couches devoniennes et carbonifères dont elle recoupe souvent à angle droit les plissements successifs.

L'Ourthe, continuée par la Meuse de Maestricht, représente, dans notre manière de voir, un de nos cours d'eau conséquents primitifs.

Les vestiges tertiaires des environs du Hockai, de Cokaifagne et de la Baraque-Michel sont particulièrement intéressants pour nous. Se trouvant sur les parties culminantes de l'Ardenne, ils sont la preuve de la généralité primitive des dépôts tertiaires de cette région et leur présence suffirait, à elle seule, à prouver le caractère épigénétique de toutes les rivières de cette partie du pays, de la Vesdre, de l'Amblève, etc. (1).

§ 26.

La Mehaigne prend sa source à Saint-Denis-lez-Namur; elle coule sur le Bruxellien jusqu'au village de Mehaigne, puis pénètre successivement dans le Landénien et la craie blanche. De Taviers à Ambresin, la vallée, creusée dans la craie, est bordée au Nord par le bord méridional de la nappe landénienne de Hesbaye ; au sud de la vallée, quelques lambeaux détachés, situés entre Wasseiges et Forville, montrent l'ancienne extension de cette nappe par-dessus l'emplacement actuel de la rivière. A partir

(1) A. Philippson (Studien über Wasserscheiden, p. 38) admet l'épigénie de l'Amblève dans le massif ardennais, à travers un revêtement triasique.

d'Ambresin au Nord et de Hemptinne au Sud, les sables tongriens remplacent le Landénien au-dessus du Crétacé.

A partir d'Avennes, la vallée, s'encaissant davantage, entame le Silurien au-dessus duquel continue à s'étendre la craie blanche, surmontée elle-même de Tongrien. Il n'est pas douteux que la vallée se soit creusée à travers ces assises; elle est donc épigénétique.

Vers Fumal, la Mehaigne s'encaisse davantage et, à partir de Huccorgne, traverse, par une vallée étroite, le terrain devonien et le Calcaire carbonifère du flanc septentrional du bassin géologique de Namur; la partie terminale de la vallée est dans le terrain houiller.

De chaque côté de la portion la plus étroite de la vallée en terrain primaire, entre Huccorgne et Moha, les formations devoniennes et carbonifères sont surmontées de lambeaux de craie sénonienne et de Tongrien marin et, en discordance sur le Primaire, la Craie et le Tongrien, s'étendent des nappes de cailloux de quartz blanc *Onx*.

Ces cailloux, admirablement roulés et bien calibrés, sont manifestement d'origine marine, quelles que soient les *allures fluviales* que les remaniements continentaux ont pu leur donner. On ne connaît, dans la région, aucun dépôt marin plus récent et c'est à la surface de l'assise qu'ils représentent que les premiers cours d'eau du cycle actuel ont dû s'établir.

La Mehaigne, en aval d'Avennes, est donc un cours d'eau épigénétique.

§ 27.

Le Hoyoux, dans presque tout son cours, réalise le type le plus parfait que l'on puisse trouver d'une vallée transversale aux plis des couches qui constituent le pays qu'elle traverse *(Querthal)*. Ce n'est que sur des portions très limitées de son tracé qu'il emprunte parfois la direction

des assises traversées. Malgré les nombreux plis, compliqués de failles, qui font varier, à chaque pas, la nature des roches, la direction générale de la rivière s'étend d'une façon remarquablement rectiligne de Verlée à Huy et si, parfois, elle se détourne légèrement, c'est pour traverser ensuite d'une façon plus transversale les bandes primaires qu'elle rencontre.

Cette disposition s'interpréterait difficilement si l'on devait admettre que le Hoyoux est né sur un sol primaire. Mais, dans tout le bassin de la rivière, la Carte géologique montre des lambeaux de sables marins *Om*. Ils sont particulièrement vastes et nombreux dans la région méridionale du bassin, sur les feuilles de Maffe—Grand-Han et de Modave-Clavier, où ils sont accompagnés des « Amas et » traînées de cailloux de quartz blanc à allures ravinantes et » fluviales » *(Onx)* que nous venons de rencontrer déjà à proximité de la Meuse, de chaque côté de la basse Mehaigne.

De même que le Hoyoux est un type de rivière transversale, il est un admirable exemple de rivière épigénétique ou surimposée.

§ 28.

Ce que nous venons de dire à propos de l'Ourthe, de la Mehaigne et du Hoyoux, nous permet de ne pas nous étendre longuement sur le caractère épigénétique de la Meuse, entre Namur et Liége. Si le Hoyoux est épigénétique, et il l'est indiscutablement, à plus forte raison la Meuse l'est-elle. D'ailleurs, l'existence des sables marins *Om*, sans parler des dépôts *Onx*, au sud comme au nord de la section du fleuve que nous envisageons, suffit à montrer que, si la Meuse, entre Namur et Liége, a creusé sa vallée dans les terrains primaires, ce ne peut être que par surimposition. La vallée est née sur le Tertiaire. La vallée

de la Meuse, dans cette section, suit, d'une façon générale, le terrain houiller du bassin de Namur. Cependant, elle n'est pas exclusivement creusée dans les roches houillères. De Namur à Seilles, elle est dans le Calcaire carbonifère ; près de Huy, elle quitte de nouveau le terrain houiller et, entaillant transversalement des assises fortement redressées, elle pénètre dans les terrains du flanc sud du bassin de Namur et arrive même à entamer le Silurien de la crête du Condroz. A Chokier, elle rentre dans le Houiller.

La pénétration de la Meuse à travers la muraille presque verticale des couches du sud du bassin de Namur, à Huy, et sa sortie du terrain houiller à Namur, s'expliquent péniblement, si l'on prétend que le fleuve s'est créé sur le Primaire; mais ces faits s'interprètent aisément, si l'on admet que la Meuse est née sur un revêtement tertiaire et s'est enfoncée, par surimposition, dans le massif primaire.

§ 29.

Nous pouvons, à certains égards, considérer la Meuse en amont de Namur comme un affluent du cours d'eau que nous avons appelé la Sambre-Meuse (chap. II, § 1er).

La Meuse de Dinant présente, au même titre que l'Ourthe, que le Hoyoux, que l'Eau-d'Heure, etc., par rapport à l'orientation des plis primaires, le caractère d'une *rivière transversale*, et il semble difficile d'admettre que sa vallée a pris naissance en se creusant directement dans les massifs primaires.

La présence de lambeaux de dépôts tertiaires à l'est et à l'ouest de la vallée porte à penser que c'est à la surface de ces dépôts que la vallée de la Meuse de Dinant s'est créée et que, poursuivant son creusement, elle est, par la suite, devenue épigénétique, pendant que l'ancien revêtement meuble du pays se réduisait peu à peu à des témoins isolés.

La Meuse de Dinant aurait été ainsi, au même titre que les autres rivières à cours général sud-nord, une des anciennes rivières conséquentes du pays qui, avant la formation du sillon transséquent de la Sambre-Meuse, coulait au nord de Namur, vers le bassin de la grande Geete.

Ici, le problème se complique.

La haute Meuse ne prend pas sa source, comme l'Eau-d'Heure, la Lesse, l'Ourthe, etc., dans les parties élevées de l'Ardenne. Provenant d'une région plus méridionale et d'un caractère géologique tout autre, elle s'ouvre, à partir de Mézières, une cluse étroite à travers le massif ardennais, beaucoup plus élevé que la région qu'elle vient de traverser et que sa source même, massif formé, en outre, de roches beaucoup plus résistantes dont elle recoupe transversalement les plis.

Mais cette question intéressante de la géographie de notre pays mérite d'être traitée dans un chapitre spécial.

CHAPITRE III.

La Meuse en amont de Namur.

§ I.

J.-J. d'Omalius d'Halloy fut le premier, pensons-nous, qui chercha à donner une interprétation de cette particularité du cours de la Meuse.

Dès 1808, il avait distingué d'une façon très nette les deux types de vallées du sud de la Belgique. « La portion » de cette région (du nord-ouest de l'Ardenne) située sur la » rive droite de la Meuse et dont la majeure partie est » connue dans le pays sous le nom de *Condros*, est remar- » quable par la disposition de ses vallées, qui présentent

» deux modifications très distinctes; les unes, que l'on » pourrait appeler *longitudinales*, sont droites, larges, peu » enfoncées, bordées de côteaux en pentes douces, et diri- » gées régulièrement du Nord-Est au Sud-Ouest, ce qui » divise toute la surface en collines longues et étroites. » Mais ces collines et ces vallées sont elles-mêmes rompues » et déchirées par d'autres vallées beaucoup plus profondes, » irrégulières, dirigées en tout sens et qui servent ordi- » nairement d'écoulement aux rivières.

» Les premières de ces vallées sont en rapport avec la » constitution géologique du pays, en ce sens que les » collines longitudinales qui les séparent sont généralе- » ment composées de schistes et de psammites, tandis que » le calcaire domine dans les vallées.

» La seconde modification de vallées se trouve dans » toute la région qui nous occupe, ainsi que dans tous les » terrains anciens, et n'a aucun rapport avec la nature du » sol, du moins lorsque celui-ci est en couches dures..... » Ce phénomène établit des difficultés presque insurmon- » tables à la théorie du creusement des vallées par l'action » érosive des eaux, tandis qu'il s'explique, d'une manière » fort simple, dans celle qui attribue l'origine des vallées » à des crevasses dont les eaux auraient profité pour » s'écouler...... etc. » [1].

En 1842 [2], d'Omalius écrit : « Les cours d'eau de la » Belgique présentent des preuves de l'erreur où l'on tom- » bait lorsqu'on voulait juger de la pente générale d'un » pays par la direction des eaux. En effet, la Meuse, qui » prend sa source au pied du plateau de Langres à l'alti- » tude de 456 mètres [3] traverse, entre Mézières et Givet,

[1] Mémoires pour servir à la description géologique des Pays-Bas, etc. Namur, 1828, pp. 32-35.

[2] Coup d'œil sur la géologie de la Belgique. Bruxelles, 1842, p. 3.

[3] En réalité, de 382m25.

» après un parcours de plus de 22 myriamètres (¹), des » plateaux qui ont plus de 500 mètres au-dessus de la » mer. »

Plus loin (²), après avoir déclaré qu'il considère les vallées longitudinales du Condroz, c'est-à-dire celles qui suivent la direction des couches, comme le résultat des plissements, d'Omalius ajoute : « Quant aux vallées qui, » dans ces contrées montueuses, coupent les couches et » les collines sous divers angles, il est facile aussi de voir » qu'elles n'ont pu être creusées par les eaux, car celles-ci » auraient dû suivre la pente générale du sol, tandis que » l'on voit à chaque instant les eaux d'un bassin s'écouler » par des espèces de fentes pratiquées dans les parties les » plus élevées des arêtes qui entourent ce bassin. C'est » ainsi que nous avons vu que la Meuse, au lieu de suivre » la pente générale du sol qui l'aurait conduite dans la » Manche, s'engage, au nord de Mézières, dans des pla- » teaux plus élevés que sa source et que l'arête qui la » sépare du bassin de la Seine ».

Les pages qui suivent ce passage font voir clairement que d'Omalius considérait la coupure de la Meuse à travers l'Ardenne comme due à des failles.

Cette opinion était de son temps. Les idées de Léopold von Buch et d'Elie de Beaumont qui dominèrent longtemps en géologie conduisaient à considérer comme dues à des fractures toutes les vallées transversales. Dans la manière de voir de d'Omalius, la vallée de la Meuse de Mézières à Namur, de même que celles de l'Ourthe, de Noiseux à Liége, du Hoyoux, de la partie supérieure de la Mehaigne et de la Lesse, de l'Orneau, de l'Eau-d'Heure, etc. étaient des fractures en relation avec le mou-

(¹) La distance cumulée de la source à Mézières est de 575 kilomètres.

(²) Coup d'œil, etc., p. 113.

vement sardo-corse orienté 176° et produit entre le Tongrien et le Rupélien.

Dans un ouvrage plus récent [1] dont les dernières éditions datent cependant d'une époque où d'autres idées commençaient à se répandre, l'opinion de d'Omalius est exprimée d'une façon beaucoup plus nette : « La Meuse, qui, » dans un cours de plus de 20 myriamètres, n'est séparée » du bassin de la Seine que par des plateaux qui ont » ordinairement moins de 400 mètres, ne traverserait pas, » entre Mézières et Givet, des plateaux de plus de 500 » mètres d'altitude *si elle n'avait pas trouvé dans ces* » *plateaux des fentes toutes préparées pour son écoule-* » *ment.* »

J. d'Omalius resta d'ailleurs fidèle à ces idées jusqu'à la fin de sa vie. « Je suis loin de contester », disait-il en 1872 [2], « que les eaux aient pu creuser des vallées dans des roches » peu cohérentes ; mais je ne puis admettre cette origine » pour les parties des vallées de la Lesse et de la Meuse » où nous voyons des rochers perpendiculaires, conservant » des arêtes encore très vives, et d'autres qui résistent, » sans être entamés, aux attaques continuelles des eaux. » Je pense, en conséquence, que ces vallées sont le résultat » de grandes fentes par lesquelles les eaux se sont écoulées » en modifiant les parties où elles rencontraient des » roches meubles ou peu cohérentes, etc. »

C'est à des mouvements de dislocation que J.-C. Houzeau attribuait, en 1854, l'origine des vallées établies dans les terrains primaires [3].

(1) Abrégé de géologie. 8e édition. Bruxelles, 1868, p. 569

(2) *Compte-rendu de la 6e session du Congrès internat. d'Anthrop. et d'Archéol. préhistor.* Bruxelles, 1872.

(3) J.-C. Houzeau. Essai d'une géographie physique de la Belgique au point de vue de l'histoire et de la description du globe, Bruxelles, 1854.

« A la fin de la période secondaire, le sol de l'Europe a » éprouvé d'assez violentes dislocations, et de larges pans » de l'écorce solide ont fait des mouvements de bascule » qui ont porté leur tête au-dessus des eaux...... Or ce » redressement n'a pu s'exécuter sans entraîner, dans les » masses joignantes, de profondes fractures. Le mouve- » ment de charnière a dû ouvrir l'Ardenne dans l'épaisseur » de ses plateaux... On voit ces fractures tracées sur les » cartes de géographie. Les rivières les ont choisies, en » effet, pour y prendre leur route et les festons que les » cours d'eau dessinent peuvent souvent être regardés » comme une peinture fidèle des lézardes du terrain.

» La fente occupée par la Vesdre n'est autre, peut-être, » que l'ouverture suivant laquelle la facette (du pays de » Herve) s'est détachée du plateau supérieur de l'Ardenne. » On regarde généralement les vallées de l'Amblève, de » l'Ourthe, depuis la frontière de Prusse jusqu'auprès de » Durbuy, de la Lesse et de la Semois, comme des frac- » tures opérées dans le même mouvement. Ces fentes vives, » taillées dans des terrains résistants, se sont conservées » durant les époques subséquentes. » (pp. 117-118.)

Plus loin, J. C. Houzeau décrit deux rides qui se sont formées à travers le pays, dans le sens nord-sud, à la fin de l'époque éocène. « La première », dit-il, « va de Rocroi à » Philippeville, Charleroi et Assche. La seconde passe » près de Toul, de Thionville, entre Luxembourg et Arlon, » à Stavelot, à Heerlen... Le terrain a été exhaussé entre » les deux lignes, sans recevoir d'inclinaison considé- » rable... Au couchant et au levant, le sol forme, au » contraire, deux *pendages*, qui affectent d'une manière » commune tous les terrains jusqu'à l'Eocène et qui sont » la marque de l'accident dont nous parlons... Le *pendage* » des surfaces infléchies a dû séparer du plateau supérieur » les portions penchées. Deux fractures marquent les

» charnières à travers l'Ardenne, des deux côtés du terrain » soulevé horizontalement. D'une part, c'est la crevasse où » l'Ourthe coule de nos jours, depuis Durbuy jusqu'à Liége » (cette crevasse se prolonge jusque Maestricht) ; *de » l'autre, c'est la fracture de la Meuse, entre Mézières et » Namur*. Cette dernière nous indique la fente suivant » laquelle la partie occidentale du pays s'est détachée du » cœur du massif. » (pp. 123, 124, 125.)

Plus loin encore : « *La Meuse a trouvé dans la gorge » de Fumay une fracture préexistante*. Il est facile de » démontrer que ce n'est point le passage séculaire du » fleuve qui a pu creuser cette gorge et limer pour ainsi » dire la rupture à la profondeur qu'elle offre aujourd'hui. » En effet, si la coupure n'eût point existé, la Meuse se » serait d'abord accumulée en amont de la digue et aurait » inondé, comme un grand lac, les plaines du nord de la » France. Mais, avant de se déverser par dessus l'Ardenne, » elle aurait coulé dans le bassin de la Seine, dont elle » est séparée par un seuil bien moins élevé, et aurait pris » son cours définitif vers Paris. Or, tout cela n'est pas » arrivé. *Il fallait donc que la rupture de l'Ardenne, à » Fumay, fût préexistante ;* il fallait que ce fût un des » phénomènes de fracassement qui ont lézardé ces énormes » masses. Le courant d'eau, en s'établissant par la fracture » naturelle, n'a fait qu'user et terminer le passage. » (p. 153.)

C'est également à l'hypothèse des cassures qu'eût recours M. E. Dupont à la suite de ses premières recherches sur la vallée de la Meuse [1] et il crut trouver, dans les environs de Dinant, la preuve de la coïncidence de la vallée avec une faille ayant relevé le côté oriental d'environ 100 mètres.

[1] *Bull. Soc. géol. de France*, 2e série, t. XX, pp. 94 et 101, 1863.
Congrès internat. d'Anthr. et d'Archéol. préhist. C.-R. de la 6e session. Bruxelles, 1872, p. 122.
Patria belgica, t. I, pp. 56-57, 1873.

En 1869, d'ailleurs, O. Peschel attribuait encore les vallées transversales à des fractures de l'écorce terrestre (¹). Dans des travaux plus récents, M. E. Dupont semble avoir abandonné cette théorie (²).

Ch. de la Vallée qui, plus tard, devait envisager le problème d'une façon toute différente, se rallia, pendant quelque temps, à l'opinion de d'Omalius (³).

§ 2.

Cependant, depuis longtemps déjà, dans des pays voisins, de nouvelles idées étaient nées, plus en accord avec les doctrines actualistes répandues par sir Charles Lyell, pour expliquer la genèse des vallées transversales. Tous les géologues ne croyaient plus que ces vallées fussent dues à des fissures béantes dans lesquelles se seraient précipitées les eaux des fleuves qui les auraient remplies de cailloux et d'alluvions avant d'y établir un lit régulier. On avait tenté avec succès de les interpréter, comme les vallées normales, par l'action érosive des eaux.

Dès 1857, F. Römer expliqua, par la persistance du lit dans un massif en voie d'élévation, le passage du Weser à travers les collines voisines de Vlotho.

« Lorsque nous voyons », écrivait-il, « le Weser, en » amont de Vlotho, quitter sa vallée, jusque là large et » plate, et pénétrer dans des collines élevées, formées de » couches de Keuper assez résistantes, alors qu'un chemin » direct, beaucoup moins contrarié par des hauteurs, l'au- » rait mené à la Porta westphalica, le long du versant sud » du Wesergebirge qu'il avait suivi jusque là, nous devons, » pour expliquer ce phénomène, nous reporter au temps

(¹) Neue Probleme d. Vergleich. Erdk., 2e édit., p. 159.

(²) Explication de la feuille de Dinant, 1883.
Bull. Soc. belge de géologie, t. VII; pp. 346 et 353, 1893.

(³) *Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. III, p. LV, 1875.

» où le lit du Weser était beaucoup plus élevé par rapport » aux hauteurs qui l'entourent aujourd'hui et où une » plaine déprimée, s'étendant sur la surface du pays formé » par le Keuper, put permettre au fleuve de prendre son » cours dans la direction de sa vallée actuelle de Vlotho, » étroite et profonde. Mais le Weser, ayant une fois choisi » cette direction, dut approfondir graduellement son lit » jusqu'au niveau actuel, à mesure du soulèvement du » pays » (1).

Cette idée fut posée comme un principe général dans la seconde édition du traité de Bischof (2) et l'on sait que, depuis lors, elle a reçu de nombreuses applications dans l'Inde, aux Etats-Unis et en Europe (3).

La priorité de l'application de cette doctrine à la vallée de la Meuse ardennaise semble appartenir à M. Albert Heim. « Certains fleuves développent leurs méandres à » travers des roches de toute formation, même les plus » dures, avec autant de souplesse et de liberté que s'ils » coulaient dans une plaine d'alluvions. Il faut y voir *un » effet du soulèvement graduel des terres*. Autrefois, l'eau » fluviale serpentait réellement dans une plaine basse; » mais l'incessante poussée du sol a forcé la masse liquide » à creuser peu à peu son lit dans la roche et c'est à l'endroit » même où elle coulait primitivement que les assises sont » entamées. Ainsi, les méandres si remarquables de la » Meuse, entre Charleville et Dinant *témoignent de l'an- » cien passage du fleuve à la surface du plateau des » Ardennes* (4) ».

(1) Ferd. Römer. Die jurassische Weserkette. Eine geognostisch et Monographie. *Zeitschrift d. deutsch. geol. Gesellschaft*, Bd. IX, 1857, pp. 720-721.

(2) Lehrbuch d. chem. und phys. Geologie, 2e Auflage, Bd. I, pp. 374, 382, 1863.

(3) Voir, sur l'histoire des études sur les vallées transversales : A. Penck. Die Bildung der Durchbruchthäler. Wien, 1888.

(4) E. Reclus. La Terre, t. I, 1887, p. 376 (d'après des notes manuscrites d'Albert Heim).

En 1885, Ch. de la Vallée Poussin, dans une note très remarquée ([1]), revient sur son opinion première (voir p. 329) et, comparant le cas offert par la gorge de la Meuse à celui du cañon du Colorado dont Clarence Dutton, en 1882 (après Powell pour le Green-River, en 1875), avait expliqué la genèse, il adopte la théorie de l'encaissement graduel des méandres du fleuve, par suite de l'élévation lente du massif ardennais. Se basant sur les résultats des recherches de MM. Barrois et Gosselet sur l'extension du Landénien dans la région du massif de Rocroi, Ch. de la Vallée admet « qu'au commencement de l'époque éocène, le plateau de » l'Ardenne française formait une plaine basse voisine de » la mer.... qu'une partie de la Champagne, de la Lorraine » et de la Bourgogne formait le haut pays pendant l'ère » tertiaire et que l'Ardenne, relativement très abaissée » alors, au lieu d'offrir une barrière, était la direction » naturelle de la pente et de l'écoulement des eaux. L'état » actuel du pays se rattacherait donc à *une surélévation* » *tardive de l'Ardenne française* ».

M. J. Gosselet, dans son ouvrage capital sur l'Ardenne ([2]), se range de l'avis de Ch. de la Vallée quant à l'origine de la vallée ardennaise de la Meuse. Il admet que cette vallée date de la fin de l'époque landénienne. « Non seulement, à cette époque, elle servait de drainage » à la région primaire, mais les eaux qui coulaient dans la » vallée liasique s'y rendaient aussi comme elles le font » maintenant. » Toutefois, ajoute M. Gosselet, ce n'était pas encore la Meuse et, adoptant une idée émise dès 1829

([1]) Comment la Meuse a pu traverser le terrain ardoisier de Rocroi. *Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. XII, p. 151, 1885-86.

Voir aussi : Les excavations naturelles du Colorado. *Revue des questions scientifiques*, janvier 1886.

([2]) L'Ardenne, pp. 844 à 846, 1888.

par Le Puillon de Boblaye [1], il considère comme probable « que la Meuse supérieure, continuant à suivre le sillon » jurassique qui forme sa vallée jusque Stenay, passait au » N. de Beaumont et de Stonne et, traversant l'Argonne » par le défilé de Le-Chêne-le-Populeux, qui sert aujour- » d'hui de passage au canal des Ardennes, se rendait par » la vallée de l'Aisne, à la Seine et à l'Océan. Plus tard » les mouvements du sol, qui émergèrent complètement » le bassin de Paris, donnèrent aux collines jurassiques » leur relief actuel. La Meuse s'échappa alors vers le N. » en se creusant un lit dans le col situé entre Létanne et » Nouzon ».

En 1894, M. de Lapparent vint apporter à l'hypothèse émise pour la première fois par A. Heim et défendue plus tard par Ch. de la Vallée, l'appui de sa grande autorité et de son admirable talent d'exposition ; on lui en doit un exposé très net [2] dont voici les parties essentielles.

« Dès le début de l'ère tertiaire, l'Ardenne était aplanie » jusqu'au niveau de la mer. Les cours d'eau y circulaient » capricieusement et presque sans pente à la surface d'un » terrain qu'aucune saillie ne dominait...... Mais un mou- » vement ultérieur l'a relevée en bloc vers le Sud-Est, » accentuant du côté de la France l'ancien rivage qu'avaient » si longtemps baigné les mers jurassiques du bassin de » Paris. Ainsi s'est créé une sorte de rempart continu dont » la Chiers et la Meuse sont longtemps obligées de suivre » le pied. Si le relèvement de la contrée avait été brusque, » il est probable que la Meuse n'eût jamais essayé d'ouvrir » à travers ce rempart une brèche pour s'échapper vers le » Nord. A supposer qu'une fracture principale du terrain

(1) *Annales des sc. natur.*, t. XV, p. 37, 1829.

(2) L'âge des formes topographiques. *Revue des questions scientifiques*, 2e série, t. VI, octobre 1894, p. 431. — Voir aussi : Leçons de géographie physique, 2e édition, 1898, pp. 160, 169-173, 416.

» se fût offerte pour lui faciliter la tâche, le résultat eût » été la création d'une coupure rectiligne comme celle » dont profite le Rhône avant et après Martigny et comme » la grande échancrure que suit le Rhin entre les Vosges » et la Forêt-Noire. Mais aucun accident de ce genre » n'ayant affecté le massif de l'Ardenne, la Meuse aurait » dû continuer sa route vers le Nord-Ouest et chercher, » entre la Thiérache et la Flandre, quelque point faible » pour se déverser dans l'Escaut.

« La lenteur du mouvement de bascule a dispensé la » rivière de ce long voyage. Au temps où l'Ardenne » aplanie s'inclinait légèrement au Nord-Ouest vers la » mer tertiaire du Brabant et des Flandres, l'ancienne » Meuse s'y écoulait dans la même direction, décrivant des » méandres sur un sol dépourvu de relief. Le travail de » l'érosion ayant pu marcher de pair avec celui du soulè- » vement, la rivière a trouvé moyen d'approfondir son lit » sur place sans en changer le dessin. Elle n'a eu, pour » cela, qu'à profiter des innombrables plans de séparation » qui abondent dans les roches du pays et facilitent » l'œuvre du déblaiement par la gelée, la pluie et les eaux » courantes.

« De cette manière, tandis que le pays se soulevait, le » lit de la Meuse a pu demeurer constamment à la hau- » teur commandée par le niveau de base des plaines » néerlandaises. Les affluents ont suivi la même marche » et c'est ainsi qu'à force de descendre ou plutôt de voir » le terrain s'élever tout autour d'eux, les cours d'eau » ardennais ont fini par se trouver emprisonnés dans des » gorges profondes et sinueuses.

« Vouloir expliquer autrement le dessin de ces gorges, » par un croisement compliqué de grandes fractures en » zig-zag qui, d'ailleurs, n'auraient rien de commun avec » l'allure générale des strates et dont aucun escarpement » ne révèle la trace, serait chose tout à fait illusoire.

« L'explication qui vient d'être donnée...... n'est d'ail-
» leurs pas une simple hypothèse car on peut suivre, en
» certains points de la vallée de la Meuse, les traces de
» lits successifs occupés pendant les diverses étapes du
» creusement. » (1)

M. W.-Morris Davis s'est rallié à l'exposé que nous venons de reproduire (2) tout en faisant des réserves sur un point. Il ne peut admettre que, au début de l'époque tertiaire, alors que l'Ardenne était dénudée presque jusqu'au niveau de la mer, les cours d'eau y circulaient « ca-
» pricieusement et presque sans pente à la surface d'un
» terrain qu'aucune saillie ne dominait. »

« Etant donné», dit le géographe de Harvard University,
« que le drainage actuel de l'Ardenne est effectué, pour la
» majeure partie, par un système rectangulaire de cours
» d'eau dont le tracé est longitudinal suivant l'affleure-
» ment des couches tendres et transversal au passage des
» couches plus résistantes, il paraît sage de se repré-
» senter la pénéplaine à laquelle avait été réduite l'Ardenne,
» comme possédant encore quelques vestiges des nom-
» breuses crêtes qui s'élevaient autrefois au-dessus de sa
» surface et de concevoir les cours d'eau comme s'étant
» parfaitement adaptés aux conditions de structure, ce
» qu'ils n'auraient pas manqué de faire, avec le temps,
» durant la période nécessaire à la transformation d'une
» région primitivement montagneuse et de structure irré-
» gulière, en une pénéplaine.

« Les cours d'eau rectangulaires actuels seraient alors,
» non pas les successeurs, modifiés après coup par adap-

(1) Nous ferons remarquer que cet argument s'applique mieux encore à la théorie que nous défendons plus loin. J. C.

(2) La Seine, la Meuse et la Moselle. *Annales de géographie*, 5e année, no 19, 15 octobre 1895.

» tation, d'un réseau fluvial capricieux qui aurait arrosé
» la pénéplaine, mais les héritiers directs des cours d'eau,
» péniblement adaptés aux résistances, d'origine tertiaire.
» Si certains cours d'eau de l'Ardenne suivent maintenant
» un tracé capricieux sans relation avec la structure du
» terrain dans lequel leur vallée est creusée, ce sont,
» sans doute, les successeurs de cours d'eau tertiaires,
» de date tardive, pour lesquels les adaptations de l'âge
» mûr avaient fait place aux méandres de la vieillesse ; ou
» bien *ce sont les héritiers de cours d'eau qui coulaient*
» *sur une couverture discordante de couches crétacées*
» *supérieures ou tertiaires anciennes, aujourd'hui complè-*
» *tement détruite* » [1].

§ 3.

M. Rutot, dans son intéressant travail sur *Les origines du Quaternaire de la Belgique* [2], présente une hypothèse assez différente des théories qui précèdent. Il admet qu'antérieurement au Pliocène diestien et depuis l'époque oligocène, la Meuse, arrivée dans la région de Mézières et trouvant devant elle la barrière du massif ardennais, contournait le plateau par l'Ouest, en suivant les tracés actuels de la Sermonne et de la Sambre et rejoignait, à Namur, la Meuse inférieure. A l'époque de l'invasion de la mer diestienne, l'Ardenne, s'affaissant avec l'ensemble du pays, cessa de former barrière et permit à la Meuse de se diriger directement vers Namur, en suivant la pente du sol vers le Nord et empruntant peut-être le lit d'une petite rivière préexistante. A mesure du retrait de la mer diestienne, le

(1) Dans notre manière de voir, la plupart des cours d'eau de l'Ardenne seraient dans ce cas.

(2) *Bull. Soc. belge de géologie*, t. XI, 1897.

pays se relevant, la Meuse commença à creuser activement sa vallée dans le massif ardennais.

Plus récemment, M. G. Dollfus est revenu sur la question de la traversée du massif de Rocroi par la Meuse [1]. Il n'admet pas la théorie de MM. Heim, de la Vallée, de Lapparent et Davis.

« On a pensé », dit M. G. Dollfus, « que la Meuse avait » coulé dans son emplacement actuel dès avant le soulèvement ardennais, que son lit resté sensiblement à la » même place, tant en France qu'en Belgique, s'était » approfondi lentement à mesure que le sol se soulevait, » que le travail d'érosion avait été sensiblement égal au » travail de soulèvement et qu'une régularité absolue avait » existé sur tout le trajet du fleuve. Mais cette concor- » dance inattendue avait quelque chose d'anormal et cette » explication tombait d'elle-même quand on observait que » les autres cours d'eau de l'Ardenne auraient dû suivre la » même fortune et que nous devrions avoir une série de » cours d'eau sub-parallèles présentant les mêmes carac- » tères. D'autres découvertes sont venues également » combattre cette hypothèse de la simultanéité ; on a trouvé » le fond de la vallée de la Meuse, dans la région axiale, » à Fumay, occupée non par des roches dures en affleure- » ment et en voie de ravinement, mais par des graviers » épais de remplissage. Puis le cours de la Meuse avant » Mézières est complètement différent de celui qu'il a dans » la région rocheuse. Tandis que la pente, entre Bazeilles » et Charleville, est de 22 centimètres par kilomètre, elle » devient brusquement de 60 centimètres entre Mon- » thermé et Givet. A Fumay, la Meuse est à l'altitude de » 115 mètres, le roc est au-dessous de la cote 100 ; d'autre » part, des amas graveleux ont été découverts sur les

(1) Relations entre la structure géologique du bassin de Paris et son hydrographie. *Annales de géographie*, t. IX, 1900.

» hautes berges ; un forage à Saint-Pierre-de-Lionne,
» au-dessus de Fumay, entrepris à 223 mètres d'altitude, a
» rencontré 44 mètres d'épaisseur de débris diluviens. Il
» semble donc que la Meuse, dans sa traversée de l'Ar-
» denne, a possédé autrefois un régime torrentiel et occupé
» un niveau plus bas que le niveau actuel, puis que, brus-
» quement, elle a augmenté son volume et élevé son niveau
» pour atteindre son régime d'équilibre actuel. *Il faut*
» *conclure, selon moi, à un simple phénomène de capture.*
» La Meuse de Fumay, orientée N.-S., est venue soutirer
» la Meuse de Mézières, dirigée de l'E. à l'W., qui coulait
» à un niveau supérieur, et l'a détournée de son cours
» normal ; le drainage du versant nord est venu auda-
» cieusement chercher les eaux de la gouttière du Sud, par
» ravinement régressif, captant en premier la Semois, qui
» était un affluent de la haute Meuse. »

§ 4.

Après avoir, par de longues citations, afin d'éviter toute équivoque, et en nous abstenant de toute critique, ce qui nous eût entraîné dans de trop longues discussions, donné l'exposé des opinions qui ont été émises sur l'origine de la Meuse ardennaise, nous pouvons revenir au développement de notre manière de voir sur ce sujet intéressant.

Repoussant tout d'abord l'idée des failles comme non justifiée par les faits, nous n'admettons pas non plus la *simple capture* d'une rivière du bassin de Paris par un affluent de la Sambre-Meuse, *à travers le massif primaire.* Cette capture n'aurait pu se faire qu'à une époque où le creusement de la vallée de la Meuse de Dinant aurait été déjà très avancé. Or, la composition des plus anciens graviers pliocènes des hautes terrasses au nord du massif ardennais montre que la Meuse lorraine coulait déjà vers

la Belgique à une époque où la vallée n'avait pas encore entamé les terrains primaires [1].

Nous admettons que la Meuse ardennaise s'est enrichie par capture de la Meuse lorraine, mais nous regardons cet évènement comme de date très ancienne, antérieure au début du creusement de la vallée dans les terrains primaires.

Comme il a déjà été dit (chap. II, § 29), nous considérons la vallée « transversale » de la Meuse de Mézières à Namur comme une vallée épigénétique ou surimposée [2], absolument au même titre que celles de l'Eau-d'Heure et du Hoyoux, par exemple, pour lesquelles la chose est évidente et pour des raisons analogues. En outre, nous croyons que la région secondaire où s'étend le bassin supérieur de la Meuse et qui, aujourd'hui, se trouve à un niveau inférieur aux parties culminantes des massifs primaires ardennais, a autrefois, au contraire, *dominé l'Ardenne* et qu'à cette époque, la Meuse, venant de ce pays élevé, descendait vers le Nord et traversait l'Ardenne en cheminant à la surface d'un revêtement tertiaire qui masquait les massifs paléozoïques.

Un moment est venu où le fleuve, en creusant sa vallée, a entamé ces massifs et s'y est encaissé, *surimposé,* par descente verticale, pendant que l'érosion en balayait la couverture tertiaire dont les dépôts dits oligocènes, *Om* et *On,* représentent les derniers vestiges, et abaissait graduellement, d'un côté le pays tertiaire de la Belgique, de l'autre la région jurassique de Lorraine, de telle sorte que l'Ardenne, *construite de matériaux plus résistants,* restait de

(1) X. Stainier. Le cours de la Meuse depuis l'ère tertiaire. *Bull. Soc. belge de géologie,* t. VIII, p. 86, 1894.

(2) Il en est de même, comme nous le savons déjà, en aval de Namur; mais, pour le moment, nous n'envisageons que la section de Mézières à Namur.

plus en plus en saillie entre deux régions en voie de dénudation beaucoup plus rapide.

Ainsi, la saillie que fait l'Ardenne sur les pays qui la bordent au Sud, serait due non pas à une surrection en masse, souvent invoquée, mais à sa plus grande résistance vis-à-vis des agents dénudants ; ou, pour parler plus exactement, cette saillie est primitive, antérieure même aux temps crétacés, et le cycle géographique actuel n'a fait qu'en amener la résurrection.

La théorie de la surimposition de la vallée de la Meuse ardennaise n'a jamais, à notre connaissance du moins, été exposée d'une façon nette. Cependant, nous avons vu plus haut que M. W.-Morris Davis ne semble pas repousser la possibilité d'admettre l'origine épigénétique de certains cours d'eau de la région (voir pp. 34 et 35).

Il est, en outre, un point de notre thèse où il semble que nous ayons été devancé, quoique de façon peu explicite, par M. E. Dupont. En décembre 1893, au cours d'une excursion de la *Société belge de géologie*, M. E. Dupont, parlant de la théorie de M. de la Vallée, à laquelle M. Van den Broeck venait de faire allusion, émit une opinion dont le compte rendu de l'excursion donne le texte suivant :

« A son avis, c'est dans une autre voie qu'il faut chercher » la cause qui a fait que la Meuse a traversé l'Ardenne, » plus haute, pour se jeter dans la plaine du Nord, au lieu » de traverser l'Argonne, aujourd'hui plus basse, pour se » jeter dans le bassin de Paris.

» M. Dupont pense que le phénomène est dû à la circonstance que les crêtes de l'Argonne étaient plus élevées avant l'époque quaternaire, mais que les grandes » dénudations qui affectèrent à cette époque les régions à » terrains peu cohérents ont abaissé le niveau de ces crêtes » à l'état où nous les voyons aujourd'hui. C'est au moins » dans cette direction qu'il tend à orienter la poursuite du

» problème ouvert par d'Omalius d'Halloy depuis le com-
» mencement du siècle. » (1)

Si M. Dupont entend par *Argonne* l'ensemble de la région secondaire du sud de l'Ardenne, nous sommes absolument d'accord avec lui et c'est là, en effet, que nous croyons trouver le nœud du problème.

Rappelons enfin que A. Philippson, dans ses études classiques sur les lignes de partage (2), admet, pour expliquer le passage de la Meuse, de la Moselle, du Rhin, à travers les régions primaires élevées de l'Ardenne et des massifs rhénans, que ces fleuves se sont établis à une époque où ces régions primaires étaient dominées par le pays qui s'étend au Sud et qui, plus tard, s'est affaissé par paquets. Notre opinion diffère de celle de Philippson en ce que, tout en admettant l'affaissement de l'ensemble du bassin de Paris, nous attribuons surtout à l'érosion continentale la dépression du relief de la région lorraine.

§ 5.

D'une façon générale, *toutes nos rivières à cours sud-nord dont les vallées sont ouvertes dans les terrains primaires sont de nature épigénétique*. Cette règle peut être démontrée directement pour celles qui, traversant des régions encore occupées par des couches continues de terrains tertiaires ou secondaires, ont cependant entamé les massifs primaires sous-jacents, presque toujours normalement à la direction des strates.

Le bassin de l'Escaut nous présente une série de rivières de ce type. La Dendre, la Senne, la Dyle, la Grande-Gette et plusieurs de leurs affluents, dans leur cours supérieur, ont creusé leurs vallées à travers les terrains meubles, ter-

(1) *Bull. Soc. belge de géol.*, t. VII, 1893, *Mémoires*, p. 354.

(2) Dr Alfred Philippson. Studien über Wasserscheiden. *Veröffentl. v. d. Ver. f. Erdk. zu Leipzig*, 1886, pp. 137, 142, etc.

tiaires ou crétacés, puis ces vallées ont continué à s'encaisser sur place dans les formations devono-carbonifères du nord du bassin de Namur et dans les terrains siluro-cambriens du Brabant.

L'allure de ces rivières ne présente pas de caractères spéciaux dans les tronçons surimposés et la carte topographique ne permettrait pas de distinguer ces tronçons des parties où ces vallées sont exclusivement creusées dans le Tertiaire ou le Crétacé. Il est vrai que, sauf quelques exceptions, ce caractère uniforme est dû en partie à ce que ces rivières coulent aujourd'hui sur leurs propres alluvions qui sont venues masquer presque partout les parois vives des vallées. Il faut donc, par la pensée, se représenter ces cours d'eau à l'époque où ils coulaient dans les thalwegs d'érosion.

Nous trouvons dans les affluents de la Haine des exemples analogues, avec cette différence que la plupart d'entre eux coulent, dans une partie de leur cours, directement sur les roches primaires et, vu leur caractère torrentiel, sont encore en voie de creusement.

Le *Hogneau*, entre autres, qui prend sa source sur les hauteurs landéniennes du nord de la Sambre, coule bientôt sur les marnes turoniennes et cénomaniennes, puis, à partir de Taisnières-sur-Hon, s'encaisse profondément dans les terrains devoniens. Après avoir d'abord coulé vers l'Ouest, il prend, à partir de Gussignies, la direction générale sud-nord de son affluent le ruisseau de Bavay et entaille perpendiculairement les couches, redressées jusqu'à la verticale, du Givétien, du Couvinien et du Burnotien. A hauteur de la gare de Roisin-Autreppe, l'encaissement de la rivière dans le massif primaire, que l'on voit surmonté de marnes crétacées sur les deux flancs de la vallée, atteint 20 mètres. Une coupe transversale de la vallée, menée par cet endroit, en montre nettement le ca-

ractère surimposé. Dans sa portion épigénétique, la vallée du Hogneau est resserrée et son étroitesse atteint son maximum à l'endroit du Caillou-qui-Bique, là où la rivière a dû se creuser un passage dans les bancs épais et cohérents du poudingue base du Devonien moyen. En plusieurs points, on la voit couler directement sur les roches primaires et elle présente le profil longitudinal tourmenté d'un cours d'eau en voie de creusement. Cependant, le tracé de la rivière ne présente aucun caractère qui puisse montrer, sur la carte topographique, que le Hogneau coule sur des roches dures en couches plissées normalement à son thalweg. Ses méandres sont indépendants de l'allure des terrains primaires et l'on ne peut constater que des coïncidences locales et nécessaires entre le cours et la direction des couches.

A partir du moulin des Halettes, la surface du Devonien prenant une inclinaison rapide vers le nord, le Hogneau cesse de couler sur les roches primaires et il recoupe une série d'assises crétacées inclinées au Nord, depuis les Dièves jusqu'à la craie sénonienne. En même temps, sa vallée s'évase, devient moins encaissée et s'ouvre largement dans la plaine d'alluvions de la Haine.

La *Trouille* et plusieurs de ses affluents présentent des exemples analogues à celui du Hogneau. Née à Grand-Reng sur le Landénien, elle pénètre, dès Vieux-Reng, dans les schistes et grès de l'étage burnotien et s'y encaisse de plus en plus (22 mètres au bois d'Aveau) en coulant d'une façon presque continue directement sur la tranche des couches devoniennes, pendant que le Crétacé forme le haut des flancs de la vallée, en couches à peu près horizontales. A Givry, on voit la surface des terrains primaires plonger vers le Nord et le thalweg d'érosion passe sur les Fortes-toises, puis sur les Rabots, etc. Encore une fois, l'examen *a priori* de la carte topographique ne permettrait

pas de distinguer les sections où la Trouille coule sur les terrains crétacés ou tertiaires en couches sensiblement horizontales, de la section où elle coule à travers les roches dures et redressées du massif paléozoïque.

Nous pourrions multiplier ces exemples en citant la plupart des affluents méridionaux de la Haine. La *Haine* elle-même, sur une petite portion de son cours supérieur, présente le caractère épigénétique. Née (¹) sur le Bruxellien (voir p. 294), elle descend rapidement vers le Nord, en encaissant successivement sa vallée dans le Bruxellien, l'Yprésien, le Landénien, le Heersien et plusieurs assises du Turonien. A Carnières, elle entaille le terrain houiller, s'y encaisse de 25 mètres ; puis, à Mariemont-Hayettes, par suite de l'inclinaison vers l'Ouest de la surface du terrain houiller, la rivière repasse sur les assises crétacées.

Nous trouvons des cas analogues dans les affluents septentrionaux de la Haine. Nous ne citerons que deux exemples, celui de l'Eaubréchœul et celui de la Wanze. L'*Eaubréchœul*, ou ruisseau de Saint-Denis, a son origine à Neufvilles, sur l'Yprésien. Sa vallée, d'abord à peine accusée, se dirige vers le Sud, en s'encaissant de plus en plus. A partir du hameau de la Saisinne, sur Thieusies, elle entame le Calcaire carbonifère et, au village de Casteau, elle se creuse dans le terrain houiller inférieur. L'encaissement dans le Houiller atteint 40 mètres aux étangs de Saint-Denis. Dans cette section, des barrages pratiqués par les Bénédictins du XIᵉ siècle pour l'alimentation des étangs ont amené le colmatage du fond de la vallée; mais la tranche des couches houillères est à vif sous un épais manteau d'alluvions. Au niveau de l'abbaye de Saint-Denis, la surface du terrain houiller prend une pente

(¹) Nous envisageons l'origine de la vallée d'érosion et non la *source* de la rivière qui est notablement plus bas, au contact du sable bruxellien et de l'argilite supérieure de Morlanwelz.

rapide vers le Sud et la vallée de l'Eaubréchœul se creuse exclusivement dans le Crétacé [1].

La *Wanze*, ou ruisseau de Gottignies, prend sa source au nord de Rœulx, à la base du Bruxellien des hauteurs de Rouge-Terre. A la traversée du village de Gottignies, elle entaille fortement les couches du terrain houiller inférieur sur lesquelles elle coule directement et qu'elle érode énergiquement lors des crues ; en aval du village, la vallée n'est plus creusée que dans le Crétacé.

Le petit *ruisseau de Blaton* (sur la carte topographique : ruisseau du Moulin-de-Macon) appartient au même type que les précédents et présente, en outre, dans son cours, une particularité intéressante. Il naît à Stambruges, à la côte 59, sur le Landénien. Il se dirige d'abord vers l'Ouest, en traversant Stambruges et Grandglise et coule sur des alluvions qui reposent directement sur le Calcaire carbonifère. A Blaton, il se recourbe vers le Sud et traverse, par une cluse étroite, une chaîne de collines formées par un facies cohérent de sables landéniens inférieurs et qui atteignent, dans le voisinage de la cluse, des cotes de 65 mètres c'est-à-dire dépassant notablement l'altitude de la source du ruisseau. Nous avons donc là, sur une échelle minuscule et dans des terrains très différents, un cas comparable à celui de la Meuse ardennaise et nous croyons que l'explication du phénomène est, toutes proportions gardées, la même dans les deux cas. Pour le cas du ruisseau de Blaton, il est facile de voir que les collines qu'il traverse ne sont restées en saillie que grâce à la cohérence particulière des roches qui les constituent (grès de Grandglise). A une époque antérieure, le ruisseau a coulé sur des couches landéniennes, à une altitude égale ou supérieure

[1] Le ruisseau de Sirault et d'Hautrages est absolument identique à l'Eaubréchœul.

à celle des collines de grès de Grandglise. A mesure des progrès du creusement de la vallée, les sables landéniens étaient facilement balayés par l'érosion dans la région de Bernissart au Sud et dans celle de Quevaucamps au Nord, pendant que les collines gréseuses de Blaton étaient mises graduellement en évidence par le déblaiement des territoires voisins ; le ruisseau s'y est encaissé, par descente verticale, d'environ 3o mètres.

Nous avons donc, dans la Haine et dans presque tous ses affluents, des exemples de rivières qui, coulant dans un pays formé de terrains tertiaires et crétacés en couches très peu dérangées, y ont creusé des vallées plus ou moins encaissées et se sont, dans la *partie moyenne* de leur cours, enfoncées jusque dans le substratum primaire, généralement formé de couches plissées ou redressées. Ce sont là des exemples non douteux de *surimposition* ou d'*épigénie*.

Nous savons déjà que la Dendre, la Senne, la Dyle, la Grande-Gette et certains de leurs affluents se trouvent dans la même situation. Mais la plupart de ces rivières ont déjà, vers l'amont, entamé le sous-sol primaire jusque dans le voisinage de l'origine de leurs vallées. Leur caractère épigénétique n'en est pas moins net.

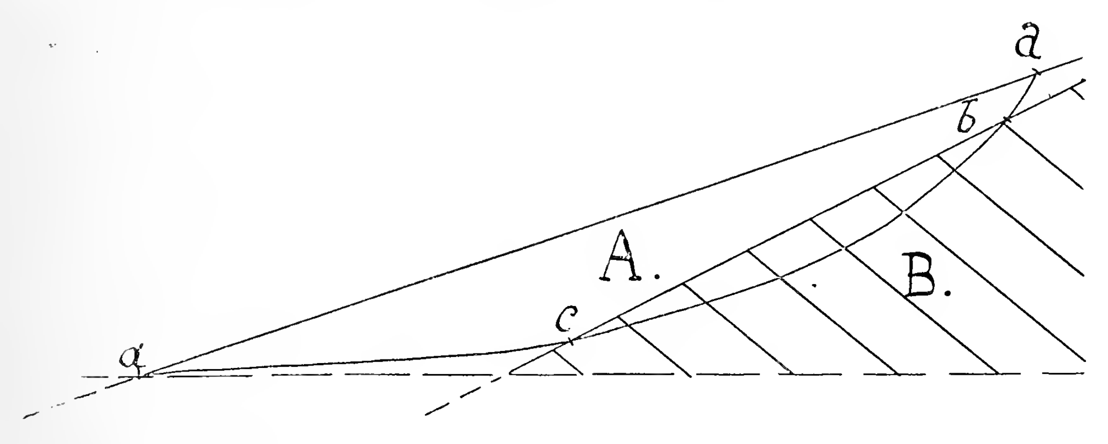


FIG. 17

Schéma d'une rivière à cours moyen surimposé.

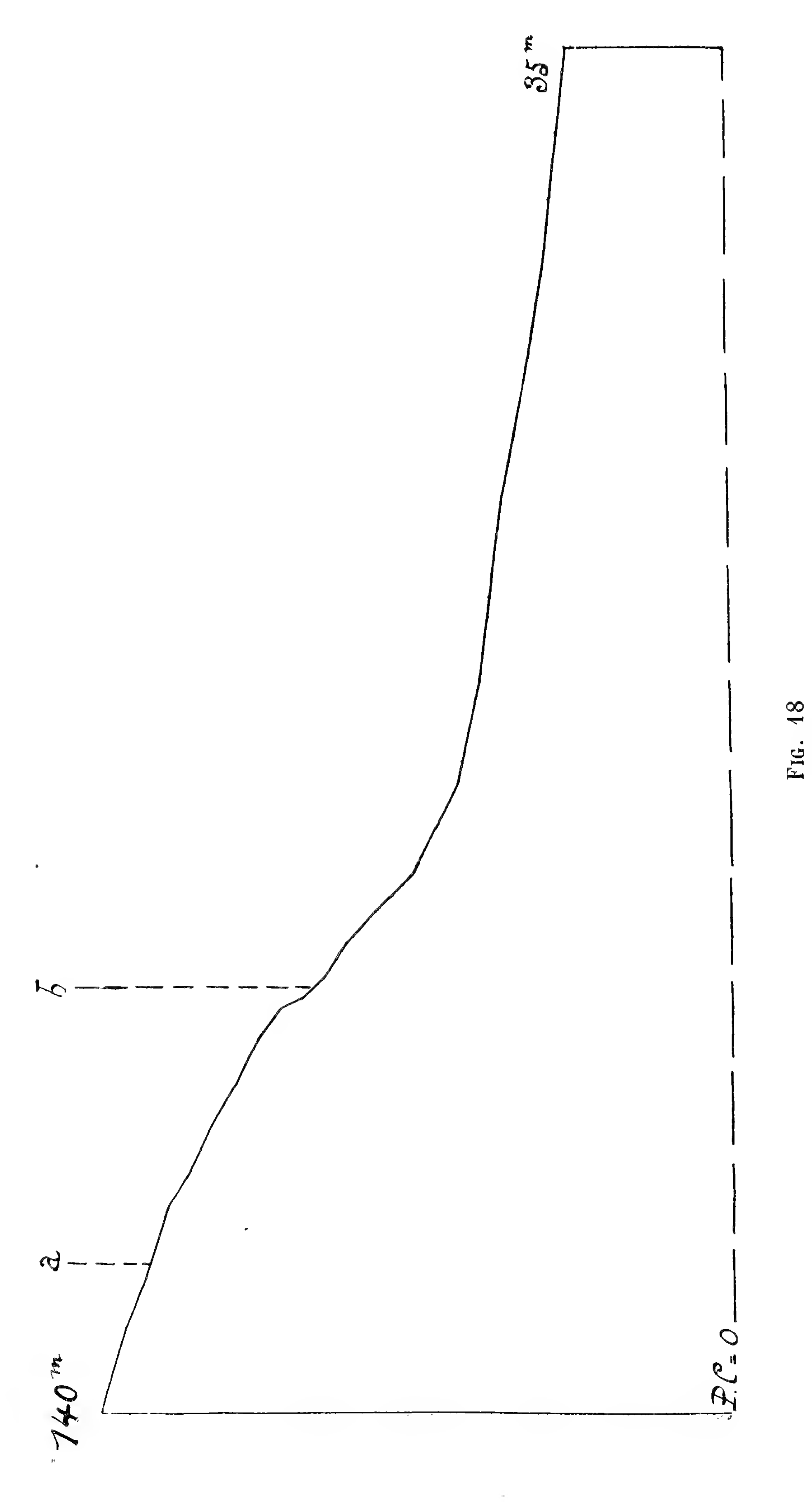


Fig. 18

Profil en long du ruisseau de Genly, sous-affluent de la Haine. *a b*, section surimposée. Longueur du profil, 6 kilomètres.

La figure 17 représente schématiquement les rapports d'une rivière de ce type, supposée parvenue à l'état d'équilibre. On la voit prendre son origine en *a* dans les terrains secondaires ou tertiaires *A*, présenter une section épigénétique *b c*, creusée dans le Primaire *B* et rentrer, en *c*, dans les terrains post-primaires.

La figure 18 montre le profil d'un des petits affluents méridionaux de la Haine. La section *ab* est celle où la rivière coule directement sur les roches primaires. On voit que le profil est encore loin d'être complètement régularisé.

Si l'on se reporte à la figure 17, il est facile de comprendre que, si l'érosion continentale vient à faire disparaître complètement l'ensemble des couches post-primaires *A*, de chaque côté de la section *b c*, la rivière apparaîtra comme un cours d'eau épigénétique.

C'est la destinée qui attend nécessairement la Dendre, la Senne, la Dyle, etc. et c'est précisément l'état dans lequel se trouvent les affluents méridionaux de la Sambre-Meuse. Comme nous le disions au début de ce paragraphe, toutes nos rivières à cours sud-nord, dont les vallées sont creusées dans le massif primaire, sont des rivières surimposées.

§ 6.

Dans le cas des rivières du bassin de l'Escaut, la Dendre, la Senne, la Dyle, etc. et dans celui des affluents de la Haine, le sous-sol primaire entamé par épigénie présente une surface régulière formant, dans l'ensemble, un plan uniformément incliné dans le même sens que les couches du revêtement post-primaire et dans le sens où coulent ces rivières.

Nous allons examiner un cas tout particulier, celui de l'Escaut entre Bléharies et Kain. Dans cet intervalle, la vallée d'érosion de l'Escaut entaille le Calcaire carbonifère

que le Landénien recouvre d'une façon assez continue à l'Est et à l'Ouest.

Par suite du relèvement du niveau de base commun, relèvement dont on trouve la preuve dans toutes les rivières du pays, l'Escaut a colmaté sa vallée d'érosion d'une épaisse couche de dépôts alluviaux. Entre la frontière française et l'écluse de Kain, le fleuve ne coule nulle part sur le calcaire.

En 1899, trente sondages ont été exécutés par l'Administration des Ponts-et-Chaussées [1] dans le lit de l'Escaut, entre le pont de Bruyelle et l'écluse de Kain ; ils ont été poussés jusqu'à 2 mètres en moyenne sous le plafond. Le sondage n° 8, situé à 11 275 mètres de la frontière et à 980 mètres en amont du pont de Vaulx, est le plus profond ; il est arrivé à $4^{m}15$ sous le plafond sans sortir des alluvions.

En un seul point, la sonde a atteint le calcaire. C'est au sondage n° 3, situé à 325 mètres en aval de l'écluse d'Antoing. Le calcaire y a été rencontré à $1^{m}65$ sous le plafond du fleuve, soit à la cote + 10.82. Au-dessus, il y avait du sable avec gravier.

Sur la rive gauche, en face d'Antoing, se trouve une carrière où l'on voit la surface du calcaire, sous le Landénien, à la cote 34.60, ce qui donne donc, à hauteur d'Antoing, un encaissement de 23.78 m. dans les roches primaires [2].

Cette section de la vallée est donc nettement épigénétique et, à première vue, elle semble correspondre à la section *b c* de la figure schématique donnée plus haut (fig. 17).

[1] Ces renseignements nous ont été obligeamment communiqués par M. l'ingénieur en chef-directeur Belinne.

[2] Un puits artésien creusé à Antoing dans les alluvions de l'Escaut, vers la cote 18, aurait atteint le calcaire à la cote + 5, ce qui donnerait, par rapport à la carrière précédente, un encaissement de 29.60 m.

Il n'en est rien, cependant. En réalité, le massif de Calcaire carbonifère de Tournai, au lieu de présenter une surface régulièrement inclinée vers le Nord, forme une bosse allongée est-ouest, un dos d'âne que l'Escaut traverse par une tranchée étroite. Cette saillie est nettement indiquée par les cotes atteintes par la surface du Calcaire carbonifère des deux côtés de l'Escaut.

En amont de Bruyelle, nous n'avons aucun document sur le calcaire de la vallée de l'Escaut [1]. Les données commencent à la latitude de Péronnes. Un puits artésien creusé dans ce village accuse le calcaire à la cote + 19.50 ; en face d'Antoing, il arrive à + 34.60 ; à la carrière Broquet, à Chercq, on le voit à + 32.00 ; à la carrière du Cornet, à + 26.00, et vers + 25.00 aux carrières de l'Orient. De là, il plonge assez rapidement vers le Nord, formant l'autre versant du dos d'âne ; un forage pratiqué au centre de la ville de Tournai ne l'aurait atteint qu'à la cote — 7 ; à Pecq, il est à — 36 ; à Helchin, à — 49, etc.

Ce dos d'âne que traverse l'Escaut près de Tournai fait partie d'un bombement est-ouest de la surface de dénudation pré-crétacée des terrains primaires. Ce bombement (nous ne disons pas *anticlinal*) est bien accusé sur les cartes du relief du sous-sol primaire [2] ; sa crête culminante court au nord de la vallée de la Haine, passe un peu au sud de Tournai et se dirige vers Lille. C'est une sorte de promontoire émis par le massif primaire du nord de la Sambre-Meuse et qui sépare le golfe correspondant à la vallée de la Haine de la dépression du Brabant et des

[1] A la pointe sud-ouest de Wiers, près du confluent de la Verne, le Primaire (Houiller) est à la cote — 12.80.

[2] Voir entre autres H. Forir : Le relief des formations primaires dans la basse et la moyenne Belgique et dans le nord de la France et les conséquences que l'on peut en déduire. *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXVI, p. 130, 1898-1899 et J. Gosselet L'Ardenne, pl. I et fig. 231.

Flandres. C'est l' « anticlinal de Tournai » de M. G. Dollfus [1].

Il est intéressant de faire remarquer que la surface du bombement sur les rives de l'Escaut entre Antoing et Tournai est plus élevée que la surface des terrains primaires dans tout le bassin supérieur de la rivière.

Cela étant bien établi, supposons que, à mesure que l'érosion subaérienne poursuit son œuvre en enlevant, petit à petit, la couverture tertiaire et secondaire qui masque le massif paléozoïque, le niveau de base de l'Escaut, c'est-à-dire le niveau de la mer du Nord, s'abaisse graduellement. La rivière commencera par déblayer sa vallée d'érosion des alluvions qui l'encombrent, puis se remettra à éroder son lit rocheux. Il arrivera un moment où le thalweg étant, par exemple, descendu verticalement de 50 mètres, le dôme de Tournai sera entièrement débarrassé de son revêtement post-primaire, mais, grâce à sa nature plus résistante [2], fera saillie sur les pays du Nord et du Sud, considérablement déprimés par la dénudation et toujours formés superficiellement de terrains tertiaires et crétacés.

On verra alors l'Escaut traverser, par une cluse étroite, un massif de terrains primaires plus élevé que la région qu'il vient de parcourir en amont. Et l'on s'étonnera de lui voir suivre ce chemin difficile, alors qu'un léger détour vers l'Ouest pourrait le mener, sans effort, vers la plaine des Flandres.

Si les choses en étaient arrivées à ce point, on ne manquerait pas de les expliquer, dans la théorie de l'antécédence, par une surrection lente du bombement de Tournai,

(1) *Annales de géographie*, 1900.

(2) Dans la réalité, le massif de Tournai, étant de nature calcaire, subirait probablement une dénudation très rapide et ne ferait qu'une faible saillie sur le pays voisin. Mais cette circonstance ne change rien à notre raisonnement ; nous pouvons supposer ce massif comme formé de roches très résistantes, grès ou quartzites, par exemple.

alors que l'on n'aurait affaire qu'à un simple phénomène d'épigénie.

C'est précisément là que nous voulions en arriver comme conclusion de l'exposé qui précède. Nous comparons, échelle à part, le bombement de Tournai au massif ardennais, l'Escaut à la Meuse, et nous pensons que la grande analogie qui existe entre les deux cas paraîtra évidente. L'Ardenne, toutes proportions gardées, a été, ce qu'est aujourd'hui le bombement de Tournai, recouverte de dépôts post-primaires, et elle a été bordée, au Sud, d'un pays beaucoup plus élevé qu'il ne l'est aujourd'hui. La Meuse passait de ce pays sur l'Ardenne, comme aujourd'hui l'Escaut passe de Valenciennes à Tournai. La Meuse, encaissant sa vallée, a entamé le massif primaire et s'y est surimposée, comme l'Escaut a commencé de le faire dans le bombement tournaisien, pendant que la dénudation abaissait le niveau des pays post-primaires du Nord et du Sud et ne laissait plus sur l'Ardenne que des vestiges de dépôts tertiaires et secondaires.

Nous expliquons donc le cas de la Meuse ardennaise par celui de l'Escaut tournaisien et nous croyons que la traversée de l'Ardenne par la Meuse peut s'interpréter, de même que la traversée, à peine commencée, du bombement de Tournai par l'Escaut, par simple surimposition.

Cette manière de voir est certainement plus *actualiste* que celle qui fait intervenir un surélèvement lent du massif traversé.

Nous sommes d'avis qu'il faut, autant que possible, « expliquer les phénomènes du passé par ceux du présent » et nous ne croyons pas devoir faire appel à des déformations de la croûte terrestre pour interpréter des particularités locales du cours de rivières de peu d'importance. Cela n'est pas à dire que nous refusions d'admettre, d'une façon générale, la théorie de l'antécédence, que nous avons nous-même appliquée au Congo inférieur ; mais, dans le

cas de la Meuse ardennaise, nous croyons pouvoir expliquer les choses par la théorie de l'épigénie.

Le schéma figure 19 peut servir d'illustration au cas de l'Escaut comme à celui de la Meuse. Nous avons choisi à dessein ce croquis : c'est la reproduction de la figure que donne M. F. von Richthofen au paragraphe de son *Führer für Forschungsreisenden*, consacré aux cours d'eau épigénétiques (2[de] édition, p. 171).

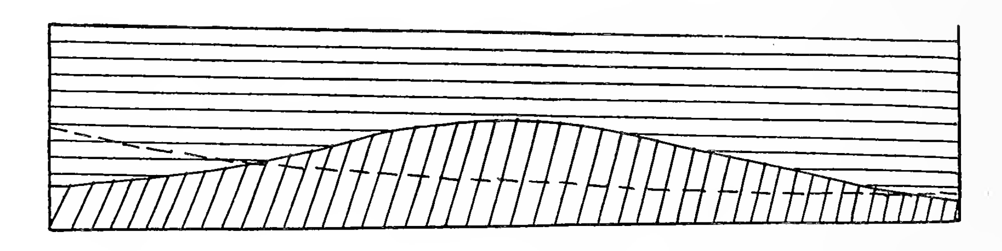


Fig. 19

Formation des vallées transversales par épigénie, d'après M. F. von Richthofen.

§ 7.

La présence de cailloux roulés, triasiques et jurassiques, dans les graviers des terrasses supérieures de la Meuse aux environs de Namur (1) et de Liége (2) montre 1° qu'au temps où elle coulait au niveau des plateaux qui bordent sa vallée actuelle, la Meuse ardennaise recevait déjà la Meuse lorraine; 2° qu'à cette époque, la région jurassique lorraine devait dominer l'Ardenne, puisque la Meuse, coulant au niveau des plateaux primaires actuels, descendait de la Lorraine.

Il n'est pas difficile de reconstituer, par la pensée, cet ancien relief de la région lorraine.

(1) X. Stainier. Le cours de la Meuse depuis l'ère tertiaire. *Bull. Soc. belge de géologie*, t. VIII, 1894, p. 86, note infrapaginale.

(2) H. Forir et M. Lohest. Compte rendu de la session extraordinaire de la Société géologique de Belgique et de la Société royale malacologique de Belgique, tenue à Liége et à Bruxelles, du 5 au 8 septembre 1896. *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXIII, p. CXLVI. *Ann. Soc. r. malac. de Belg.*, t. XXXII, *Mém.*, p. 8.

21 Juin 1904.

Supposons une coupe est-ouest à travers le versant oriental du bassin de Paris, suivant, par exemple, le parallèle de Metz ou de Verdun. Nous voyons, des Vosges à la Champagne, une série d'assises secondaires, allant du grès des Vosges à la craie sénonienne, uniformément inclinées vers l'Ouest et se succèdent de l'Est à l'Ouest, en présentant des limites en retrait les unes sur les autres.

Cette partie de la ceinture du bassin de Paris est émergée depuis une époque qu'il serait peut-être difficile de fixer, mais qui est certainement très reculée. Elle a dû subir des dénudations considérables et l'on peut dire *a priori* que les limites orientales des étages crétacés et jurassiques qui la constituent ne sont pas, dans leur état présent, les limites de leur extension primitive vers l'Est.

Si l'on consulte la Carte géologique au 80 000e, on voit que, pour chaque étage, la limite orientale générale est précédée, vers l'Est, par des lambeaux isolés, disséminés sur l'étage immédiatement inférieur. Ce sont là des témoins de la longue dénudation qui a graduellement reculé vers l'Ouest les zones d'affleurement des étages successifs.

Mais au-delà de ces *outliers*, s'offrant encore en lambeaux continus, figurés sur les cartes, il existe des vestiges moins apparents, mais très nets, montrant que les modifications successives de l'aspect de la carte géologique, par suite du progrès de la dénudation, ont été plus considérables qu'on ne le croit généralement. Bleicher [1]

[1] Bleicher. Sur la dénudation du plateau central de Haye ou Forêt de Haye (Meurthe-et-Moselle). *C.-R. Acad. de Paris*, t. CXXX, n° 3, 15 janvier 1900.

Bleicher. Sur les phénomènes de métamorphisme, de production de minerai de fer, consécutifs à la dénudation du plateau de Haye (Meurthe-et-Moselle). *Ibid.*, n° 6, 5 février 1900.

Bleicher. Sur la dénudation de l'ensemble du plateau lorrain et sur quelques-unes de ses conséquences. *Ibid.*, n° 9, 26 février 1900.

Bleicher. Le plateau central de Haye. *Bull. Soc. de géogr. de l'Est*. Nancy, 1900.

en a naguère signalé des exemples très démonstratifs au plateau de Haye, non loin de Nancy. Ce plateau, compris entre la Meurthe et la boucle que fait la Moselle en passant par Toul, a son sol constitué par les calcaires oolithiques du Bajocien et du Bathonien inférieur. Dans des fissures et des poches de dissolution creusées dans ces calcaires, on trouve des marnes oolithiques du Bathonien moyen, des fossiles silicifiés des chailles oxfordiennes et d'énormes nodules siliceux à *Cidaris florigemma* (Rauracien) dont le gisement actuel est à 20 ou 30 kilomètres plus à l'Ouest. En rétablissant sur la coupe ces assises disparues, on arrive à une épaisseur minimum de 200 mètres qu'il faut ajouter à l'altitude actuelle, de 417 m, du plateau de Haye, en supposant qu'aucun dépôt jurassique plus récent que le Rauracien ne se soit étendu jusque-là, ce qui paraît peu probable. Il est même certain que le Crétacé inférieur s'est étendu sur le plateau lorrain entre la Meuse et les Vosges, puisqu'on y a signalé des fossiles néocomiens (1), dans les mêmes conditions que les vestiges jurassiques mentionnés plus haut.

Dans un travail plus ancien, Bleicher a émis l'opinion (2) que tout le Jurassique de Lorraine s'est autrefois étendu par-dessus les Vosges, la vallée du Rhin et la Forêt-Noire jusque dans le Wurtemberg. Mais cette hypothèse qui, bien qu'adoptée par Suess (3) et Neumayr (4), a été

(1) Buvignier. Statistique minéralogique et géologique de la Meuse, p. 399, 1852.

(2) Bleicher. Essai de géologie comparée des Pyrénées, du Plateau central et des Vosges. *Thèse de Strasbourg,* pp. 71, etc, 1870.

(3) E. Suess. La face de la terre, édition française, t. I, p. 261, 1897.

(4) M. Neumayr. Erdgeschichte, 2te Auflage, Bd. I, p. 340; Bd. II, pp. 510, etc., 1895.

Cf. A. Penck. Thalgeschichte der obersten Donau. *Schriften des Ver. f. Gesch. des Bodensees u. s. Umgeb.*, XXVIII. Heft, pp. 9, etc. du tiré à part.

vivement combattue (1), ne nous est même pas nécessaire, car, en ne rendant aux assises secondaires de l'est du bassin de Paris qu'une partie seulement de leur extension primitive, on arrive facilement à restituer à la région lorraine un relief suffisant pour dominer l'Ardenne de plusieurs centaines de mètres.

Mais on peut nous faire ici une objection. Elle est basée sur la présence de vestiges de terrain tertiaire à la surface des terrains jurassiques et crétacés de la lisière méridionale du massif primaire ardennais (2). Ces vestiges se trouvent à des altitudes inférieures à celle des parties culminantes du massif cambrien de Rocroi dans la région où le traverse la Meuse. Il faudrait donc admettre qu'à l'époque éocène, cette partie de l'Ardenne était déjà plus élevée que la région jurassique du Sud.

Il n'est pas difficile de répondre à cette objection. Les vestiges de terrain tertiaire du voisinage de la vallée de la haute Meuse ne sont guère représentés que par des grès durs en blocs isolés ; ceux qui atteignent la cote la plus forte sont les grès de Stonne. Ils se présentent en gros blocs disséminés depuis le fond des vallées jusqu'au sommet de la colline de Stonne (338 mètres). Mais cette cote ne peut indiquer que leur niveau primitif minimum, car ils ont pu subir une descente verticale considérable.

Au bois de la Garenne, au nord de Sedan, vers la cote 280, le sol est couvert de cailloux roulés de quartz blanc et

(1) Voir entre autres : A. DE LAPPARENT. Conférence sur le sens des mouvements de l'écorce terrestre. *Bull. Soc. géol. de France*, 3e série, t. XV, p. 215, 1887.

(2) CH. BARROIS. Sur l'étendue du système tertiaire inférieur dans les Ardennes, etc. *Ann. Soc. géol. du Nord*, t. VI, p. 340, 1879.

J. GOSSELET. Notes sur les sables tertiaires du plateau de l'Ardenne. *Ibid.*, t. VII, p. 100, 1879.

J. GOSSELET. Sur le caillou de Stonne. *Ibid.*, t. VIII, p. 205, 1881. — Deuxième note sur le caillou de Stonne. *Ibid.*, t. XVIII, p. 156, 1890.

J. GOSSELET. L'Ardenne, p. 829.

de quartzite noir. « L'altitude de ces galets », dit M. Gosselet [1], « ne permet pas de les considérer comme un dépôt » diluvien, et, eu égard à leur superposition au Lias, je » suis disposé à y voir un cordon littoral de la mer ter- » tiaire. »

Ces graviers, comme les grès de Stonne, doivent avoir subi une descente verticale considérable, due à la dénudation lente du sol sur lequel ils reposent, puisque, sur les hauteurs des Rièzes-de-Rocroi, les sables tertiaires, souvent accompagnés de cailloux blancs, arrivent à une altitude de 370 mètres.

M. Gosselet [2], comparant cette altitude des dépôts tertiaires des Rièzes-de-Rocroi à celle qu'ils présentent près de Givet (230 mètres), en conclut que, « *comme ils ont dû* » *se déposer à la même hauteur*, il est probable que le flanc » sud du plateau cambrien de l'Ardenne était plus bas qu'il » n'est actuellement par rapport au flanc nord. Il y aurait » donc eu, à l'époque landénienne, un abaissement consi- » dérable de la partie sud de l'Ardenne ».

Nous savons déjà (voir chap. III, §2) que c'est à cet abaissement que Ch. de la Vallée Poussin attribuait le passage de la Meuse à travers la région ardennaise.

En considérant comme démontré que les dépôts tertiaires du plateau de Rocroi et ceux des environs de Givet soient de même âge, et en admettant que ces derniers, quoique situés sur des calcaires devoniens, n'aient subi aucune descente verticale, nous croyons qu'il n'est pas absolument indispensable d'en conclure qu'ils se sont déposés à la même hauteur. Une pente kilométrique de 3 à 4 mètres pour le fond d'une mer en transgression rentre dans les conditions normales et nous croyons inutile, pour

(1) Sur le caillou de Stonne, p. 207.
(2) Notes sur les sables tertiaires, etc., p. 112.
L'Ardenne, p. 829.

expliquer ces faibles différences de niveau, de faire appel à un bossellement inégal du massif primaire de l'Ardenne.

Nous nous rangeons à l'avis de Ch. de la Vallée, quand il dit « qu'une partie de la Champagne, de la Lorraine et » de la Bourgogne formait le haut pays pendant l'ère ter- » tiaire et que l'Ardenne, relativement très abaissée [1] » alors, au lieu d'offrir une barrière, était la direction » naturelle de la pente et de l'écoulement des eaux ». Mais nous ne pouvons admettre que « l'état actuel du pays se » rattacherait à une surélévation tardive de l'Ardenne » française ». Pour nous, la pente du sol était continue de la région lorraine à la Hesbaye, uniquement grâce à l'état peu avancé de la dénudation dans la région jurassique du Sud. Et, comme l'observation nous montre la présence de dépôts tertiaires d'origine marine à proximité de la vallée de la Meuse, à Stonne, au bois de la Garenne, au plateau de Rocroi, à Givet, etc., nous pensons qu'il est logique d'admettre que l'établissement du cycle d'érosion actuel ne date, pour ces régions, que du retrait de la mer qui y a amené ces dépôts.

§ 8.

D'après un principe posé en commençant cette étude et dont nous avons déjà fait maintes applications, l'âge des dépôts marins les plus récents d'un pays y marque la date du début du cycle géographique actuel. Si nous admettons que les grès et les sables du massif de Rocroi et des régions jurassiques du Sud sont tertiaires, c'est au retrait d'une mer tertiaire qu'il faut faire remonter l'origine du drainage que nous y trouvons aujourd'hui. Conséquemment, c'est sur les sédiments tertiaires que les rivières primitives ont esquissé leur cours et c'est à travers le Tertiaire qu'elles se sont surimposées dans le massif paléozoïque.

[1] Ou, du moins, très basse.

Nous pouvons ainsi nous dispenser de considérer les dépôts d'âge secondaire qui ont pu exister autrefois entre la couverture tertiaire et le substratum primaire. Cependant, il est probable que, au moins dans la partie sud de l'Ardenne, les limites des terrains secondaires n'étaient pas, lors de l'établissement du système hydrographique actuel, ce qu'elles sont de nos jours.

C'est une question sur laquelle nous n'avons pas l'intention d'insister dans ce travail ; nous nous bornerons à noter quelques points intéressants.

Rappelons d'abord que M. Gosselet a signalé [1] à Eteignères et à Neuville-aux-Joutes la présence de gros blocs de silex non roulés de la zone à *Micraster breviporus*. Au lieu d'avoir recours, comme M. Gosselet, pour expliquer leur présence et les circonstances de leur gisement à un raz de marée de la mer landénienne, nous préférons croire qu'ils ne viennent pas de loin et qu'ils sont un témoin de l'extension de la craie turonienne sur le massif de Rocroi.

« Si, dit M. Gosselet, la craie à *Micraster* a existé sur » le massif de Rocroi, il faut qu'elle ait, sur ce point, » dépassé les assises inférieures, dièves, Cénomanien et » Gault, ou que celles-ci aient aussi recouvert l'Ardenne. » Nous n'hésitons pas à admettre la première hypothèse. L'ensemble du Crétacé de la région belge montre, de la base au sommet, un progrès continu de la mer vers les parties élevées du massif ardennais.

Ce caractère transgressif du Crétacé se manifeste déjà dans la vallée de la Haine. Dans le fond de la grande vallée d'érosion pré-crétacée, creusée dans le terrain houiller, on voit l'Albien, meule de Bracquegnies, reposer directement sur les terrains primaires [2]; au bord nord de

(1) L'Ardenne, p. 827.

(2) Ou sur les dépôts continentaux wealdiens (bernissartiens).

cette vallée, la base du Crétacé en contact avec le Primaire, est constituée par le Cénomanien (meule de Harchies); dans tout l'ouest du bassin de la Haine, c'est généralement le Cénomanien supérieur (tourtia de Mons et dièves à *Actinocamax plenus*) ; à Maisières, etc., ce sont les dièves turoniennes ; dans l'est du bassin, ce sont successivement les autres assises turoniennes (Fortes-toises, Rabots et Craie de Maisières) ; dans l'Entre-Sambre-et-Meuse, c'est, en certains points, la craie sénonienne à *Belemnitella quadrata*. Dans le pays de Herve, le Primaire est recouvert par le Sénonien et enfin, sur les hauts plateaux de l'Ardenne, au Hockai, etc., ce sont les résidus de l'altération du Maestrichtien qui reposent directement sur le sol paléozoïque.

Nous admettons donc sans difficulté que la craie à *Micraster breviporus* se soit étendue sur le massif de Rocroi, de la même façon que les Fortes-toises et les Rabots, qui appartiennent à la même assise, viennent recouvrir le Primaire aux environs de Morlanwelz et de Binche.

La présence de conglomérats à silex maestrichtiens au voisinage des plus hauts sommets du massif de Stavelot suffit, à elle seule, à faire admettre la généralité du recouvrement des régions primaires du sud de la Sambre-Meuse par le terrain crétacé [1].

On a voulu, il est vrai, pour expliquer la présence du Crétacé au Hockai, etc. à des cotes arrivant à 575 mètres, faire appel à un relèvement postérieur du massif de Stavelot. Mais nous ne voyons pas la nécessité d'ébranler les assises de la croûte terrestre pour interpréter un fait qui peut se comprendre plus simplement. Quand on a l'habitude de considérer les terrains sur des profils à dimen-

[1] Cf. A. Renier. Le poudingue de Malmedy. *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXIX, pp. 208-209.

sions verticales fortement exagérées, on est amené à se faire une idée inexacte de l'importance de la saillie de l'Ardenne. Mais quand on construit des coupes proportionnées, on constate que les « hauteurs » de l'Ardenne ne sont que des bosses très surbaissées et que le relief de la partie primaire du pays, en faisant abstraction des vallées, est, moins accidenté que celui de maints fonds de mer au voisinage des continents.

La pente kilométrique moyenne de la surface du Primaire entre le sondage de Lanaeken (— 207) et la Baraque-Michel (+ 673) est de 17.60 m.

Or, dans le Hainaut, le *thalweg* de la vallée d'érosion pré-crétacée présente, entre Carnières et Saint-Vaast, une inclinaison de 34 m. par kilomètre. Dans le profil transversal de cette vallée remplie par le Crétacé, nous trouvons des pentes kilométriques de 50, 100 mètres et davantage, mais on peut objecter que l'inclinaison des versants a pu être augmentée par des mouvements postérieurs au Crétacé. [1]

Nous n'insisterons pas davantage. En réalité, la question du recouvrement secondaire de l'Ardenne ne nous intéresse qu'indirectement, puisque la dénudation de ce recouvrement paraît, en grande partie du moins, antérieure au Tertiaire. Mais ce que nous désirions mettre hors de doute, c'est que la *pénéplanation* de l'Ardenne n'est pas l'œuvre de la période continentale actuelle, qu'elle est de date, non seulement anté-tertiaire, mais même anté-crétacée.

[1] Entre les sondages n° 3 et n° 2 du Charbonnage des Produits, à Jemappes, situés à peu près sur une même ligne nord-sud et distants de 440 m., la dénivellation de la surface du Houiller est de 119 mètres, ce qui donne une pente kilométrique de 270 mètres.

Dans les puits de reconnaissance du charbonnage de Baudour, nous avons relevé des pentes allant jusqu'à 323 m. par kilomètre ou près de 19°. Voir *Ann. Soc. géol de Belg.*, t. XXVI, p. CXCI, 1898-1899.

§ 9.

L'ensemble des terrains secondaires du bassin de Paris s'incline d'une façon assez régulière vers la région du centre. Cette disposition est particulièrement évidente dans la portion orientale du bassin, où l'on voit les surfaces occupées par les étages superposés se succéder régulièrement, du grès des Vosges à la base de l'Eocène, en zones concentriques très nettes.

L'émersion de la plus grande partie de cette région étant très ancienne, il s'y est établi, depuis des temps très reculés, un système de cours d'eau conséquents, coulant de la périphérie vers les régions tertiaires du centre, en recoupant les affleurements des différentes zones stratigraphiques.

A ces rivières conséquentes, à cours *radial*, sont venues s'ajouter des rivières subséquentes à cours *tangentiel*, coulant au voisinage de la limite entre deux étages successifs de nature lithologique différente. D'une façon générale, ces rivières tangentielles sont à vallée monoclinale.

De la Vienne à l'Ornain, le caractère radial prédomine et les rivières tangentielles ne se présentent qu'à l'état d'exceptions. Déjà, cependant, la haute Marne et l'Ornain supérieur ont une tendance à s'écarter de la position radiale, sans arriver, pourtant, à la direction tangentielle.

Au nord de l'Ornain, les conditions changent ; on voit l'Aisne supérieure et l'Aire couler franchement, dans le sens tangentiel, vers une direction presque septentrionale.

Non loin des sources de la Marne, la Meuse prend naissance sur le Lias inférieur. Elle coule vers le Nord en présentant des rapports intermédiaires entre les directions radiale et tangentielle. Elle passe successivement, mais lentement, sur la série des assises jurassiques jusqu'au Corallien (*J 3*) dans lequel elle pénètre à hauteur de Dom-

rémy-la-Pucelle. A Pagny-sur-Meuse, une courbe de la vallée la ramène un instant dans l'Oxfordien. Puis la vallée se creuse jusque Dun dans la zone corallienne et présente ainsi, sur une longueur de plus de 90 kilomètres, un caractère nettement subséquent et tangentiel.

A partir de Dun, son caractère change de nouveau ; la Meuse prend un cours presque directement *anaclinal*, c'est-à-dire qu'elle marche en sens inverse de l'inclinaison générale des assises. Elle recoupe ainsi, successivement, les étages jurassiques du Corallien au Sinémurien qu'elle quitte à Charleville pour pénétrer dans le massif primaire de l'Ardenne [1].

Ainsi donc, dans la région du bassin de Paris qui se trouve à l'est d'une ligne qui va de Dijon à Rocroi, l'inclinaison des thalwegs importants se fait vers le Nord, précisément dans le sens où « *se dresse l'obstacle* » de l'Ardenne. C'est ce qui peut nous amener à supposer que cet *obstacle* n'existait pas lors de l'établissement des thalwegs dans la direction nord.

Cette direction, tangentielle par rapport à l'inclinaison des assises, est aussi perpendiculaire à la direction dans laquelle se sont retirées les mers secondaires successives du bassin de Paris. Il apparaît donc comme certain que l'établissement de ce drainage est postérieur à l'émersion de la fin du Crétacé et, *a fortiori*, beaucoup plus récent que l'émersion post-jurassique.

Quelles sont les causes qui ont fait prédominer le régime subséquent dans une région qui paraissait prédestinée, par sa structure, au régime conséquent radial ?

La solution la plus aisée serait d'avoir recours, une fois de plus, à des mouvements du sol et d'attribuer la direction des thalwegs principaux de la Lorraine et de l'Argonne à

(1) Cf. A. Philippson. Studien über Wasserscheiden, pp. 134, etc.

une déformation de la surface structurale. Le pays se serait incliné vers le Nord, facilitant ainsi l'écoulement tangentiel aux dépens de l'écoulement radial, favorisant les rivières subséquentes au détriment des anciens cours d'eau conséquents.

Mais il se fait que, précisément dans le nord de la région jurassique lorraine, les couches adossées à l'Ardenne présentent une inclinaison méridionale, incompatible avec la déformation supposée.

On pourrait interpréter plus simplement les choses.

Nous avons vu qu'il existe, dans le voisinage immédiat de la vallée de la Meuse, au sud de l'Ardenne, des vestiges incontestables de sédiments tertiaires marins. La transgression qui les a apportés, quelle qu'en soit la date, est l'œuvre de la dernière mer tertiaire qui ait visité ces régions. C'est, par conséquent, lors de son mouvement de régression que se sont dessinés les premiers traits du système hydrographique actuel. La direction qu'ils présentent serait donc héritée de leur direction primitive et elle indiquerait un retrait de la mer tertiaire vers le Nord.

Ainsi donc, on pourrait dire que la direction de la Meuse en amont de Mézières, bien que subséquente, puis anaclinale par rapport au sol jurassique, est conséquente relativement au revêtement tertiaire, dont il ne reste que des vestiges affaissés sur place, par suite de la dénudation subaérienne du plateau jurassique qui les porte.

On se rend aisément compte des difficultés que rencontre cette interprétation, quand on l'applique à la Meuse supérieure, dans le bassin de laquelle on ne connaît pas trace de sédiments tertiaires. Aussi, croyons-nous que c'est autrement que l'on doit expliquer le passage de la Meuse lorraine dans le bassin de la Sambre-Meuse.

S'il est vrai de dire que, d'une façon générale et sur les surfaces non disloquées, la direction de l'écoulement des

rivières a été déterminé par le sens du retrait de la dernière mer qui a baigné la région, il ne faut cependant pas oublier que ce principe présente une exception; c'est celle qui résulte des phénomènes de capture.

La Meuse lorraine appartient bien, du moins jusque Mézières, à la famille des rivières de l'est du bassin de Paris, et la Meuse de Dinant n'est, de son côté, au point de vue morphologique, qu'un affluent de la Sambre-Meuse, au même titre que l'Eau-d'Heure, que le Hoyoux, que l'Ourthe ou que l'Amblève. C'est par suite d'un rapt que la Meuse lorraine s'est alliée au cours d'eau de Dinant. Cette capture ne s'est pas faite *à travers* le massif cambrien de Rocroi, mais *par-dessus* ce massif, encore revêtu d'un manteau tertiaire, peut-être en partie secondaire, et par la coupure d'une ligne de faîte de peu d'importance.

§ 10.

Quand on compare la Meuse lorraine à la haute Marne, à l'Ornain, à l'Aisne supérieure et à l'Aire, on est tenté de la considérer, avec la Chiers et même la Semois, comme rentrant dans le système des affluents orientaux de la Seine ; on peut dire que, au moins jusqu'à l'endroit où elle devient nettement anaclinale, la Meuse lorraine est, morphologiquement, une rivière du bassin de Paris.

D'autre part, si l'on considère la direction septentrionale de la haute Marne, de l'Ornain, de la haute Aisne et de l'Aire, analogue à celle de la Meuse, on est amené à voir, dans ces cours d'eau, des membres du système de drainage dont la Meuse est le thalweg principal.

En fait, certaines observations semblent indiquer que la haute Meuse a autrefois appartenu au bassin hydrographique de la Seine, mais on n'est pas d'accord sur l'endroit par où s'est faite la communication.

Nous savons déjà que Le Puillon de Boblaye, dès 1829,

admettait que la Meuse, à partir de Stenay, se recourbait vers l'Ouest, pour se rendre dans l'Aisne à travers l'Argonne, par le défilé de Le Chêne-le-Populeux. D'après Buvignier, c'est par l'Aire et la Biesme que les eaux de la Meuse gagnaient l'Aisne, puis la Seine. M. G. Dollfus, de son côté, préfère admettre une ancienne communication de la Meuse avec l'Oise, suivie de la capture, à Mézières, par la Meuse de Dinant [1].

Si l'on doit nécessairement admettre une ancienne communication de la haute Meuse avec la Seine, ce n'est que par un phénomène de capture que l'on peut expliquer sa direction actuelle vers l'Ardenne.

Quant au point où s'est faite la capture, il pourrait paraître rationnel de le placer vers l'endroit où la Meuse cesse d'être subséquente pour devenir anaclinale, c'est-à-dire un peu en amont de Dun. Dans ce cas, c'est le passage par la cluse de Le Chêne qui serait le plus probable. Mais d'autres considérations peuvent nous amener à ne pas attribuer une importance exagérée au fait que la Meuse, de Dun à Mézières, coule à l'encontre de la pente des couches jurassiques. La vallée, dans cette section, n'est pas née sur le Jurassique ; elle a dû s'établir sur un revêtement tertiaire dont les grès de Stonne, les cailloux du bois de la Garenne, etc. sont les vestiges et dont la pente était conforme à la direction que le fleuve a prise. D'autre part, quand on remarque combien le tracé qui continue le cours de la haute Meuse par la Sormonne et va aboutir à l'Oise par la Rivière-des-Champs, en suivant une vallée nettement dessinée, est analogue au tracé des rivières de l'est du bassin de la Seine, on ne peut guère refuser d'admettre, avec M. G. Dollfus, que tel a été l'ancien trajet de la Meuse.

[1] *Annales de géographie*, 1900.

Dans cette hypothèse, le lieu de la capture de la Meuse lorraine par la Meuse de Dinant devrait se placer aux abords de Mézières.

L'hypothèse de E. Le Puillon de Boblaye et celle de Buvignier reposent sur la présence de galets vosgiens, considérés comme amenés par la Moselle dans la Meuse avant son détournement vers la Meurthe et abandonnés par la Meuse sur son ancien trajet vers la Seine.

Bleicher a montré, plus récemment, la généralité de la présence des cailloux des Vosges à la surface des plateaux lorrains et leur indépendance des cours d'eau actuels (¹). Ils existent, entre autres, dans la vallée de la Meuse, *en amont* de l'ancien confluent de la Moselle à Pagny. « Leur répartition actuelle », dit le regretté géologue de Nancy, « ne peut s'expliquer que par une communication » directe avec les Vosges en plan assez incliné pour » permettre aux cailloux pugilaires de glisser sur la sur- » face du plateau. »

Les cailloux n'ont pu « glisser sur la surface du pla- » teau » qu'entraînés par l'eau, c'est-à-dire par des *cours d'eau* et, dès lors, quoi de plus simple que de voir, dans ces cours d'eau, les *rivières conséquentes primitives* descendant des hauteurs des Vosges vers le bassin de Paris ?

Le système des cours d'eau de la Lorraine, d'abord conséquent ou radial, a pris un type subséquent ou tangentiel. La capture de la haute Moselle par la Meurthe, près de Toul, est un des derniers épisodes de cette évolution.

Dans des temps plus récents, le système hydrogra-

(¹) *C.-R. Acad. d. sc. de Paris*, 26 février 1900.

Voir aussi : Bleicher. Essai sur l'origine, la nature, la répartition des éléments de destruction des Vosges, du versant lorrain et des régions adjacentes du bassin de la Saône. *Congrès intern. de géol. C.-R. de la VIIIe session*, 1900.

phique lorrain a présenté une tendance à revenir vers le type primitif conséquent. C'est ainsi que l'Aire, ancien affluent de la Meuse par la Bar, a été détournée vers l'Aisne par un autre phénomène de capture, de même que, probablement, l'Ornain a été enlevé à l'Aire au profit de la Marne.

§ II.

M. W.-M. Davis, en des pages devenues classiques [1] a étudié les phénomènes de capture qui ont réduit l'étendue du bassin de la haute Meuse au profit de la Moselle et de la Seine. Il a décrit le caractère d'*indigence* que présente la haute Meuse, aujourd'hui trop au large dans une vallée datant d'une ancienne période de splendeur. Elle serpente péniblement sur une accumulation d'alluvions dont elle n'a plus la force de désencombrer sa vallée d'érosion.

La cause immédiate de la décadence de la Meuse résiderait dans la perte de la Moselle, dans laquelle nous voyons un effet de la tendance du cours d'eau lorrain à passer du type conséquent au type subséquent. La haute Moselle dont le bassin supérieur est situé dans les parties élevées des Vosges, apportait à la Meuse, aux époques de crue, un tribut qui lui avait permis de se creuser une vallée d'érosion de grande allure. La perte d'une notable partie de l'alimentation d'amont a entraîné, par suite de la diminution du débit de crue, une décroissance du pouvoir érosif et de la capacité de transport de la rivière. La vallée a cessé de se creuser et s'est envasée en aval de Pagny [2].

(1) W.-M. Davis. La Seine, la Meuse et la Moselle *Annales de géogr.*, 15 octobre 1895.

(2) On a fait remarquer que la Meuse, en amont de l'ancien confluent de la Moselle, présente le même caractère de faiblesse que plus en aval, ce qui semble montrer que la cause première de sa décadence est de nature plus générale. Il semble donc que les amputations subies par la Meuse soient les effets plutôt que les causes de sa faiblesse (voir plus loin).

Cet affaiblissement a entraîné d'autres phénomènes de capture. L'Ornain s'est détaché de l'Aire, puis celle-ci a été ravie à la Meuse. Ces phénomènes, dans lesquels il faut voir un effet de la tendance des cours d'eau lorrains à repasser au type conséquent, a eu de nouveau des répercussions en aval : la Meuse a cessé de creuser son lit dans la portion ardennaise de son cours.

Il y a un cercle vicieux dans la vie des rivières. La diminution de leur pouvoir de creusement et de transport les expose à ce que des affluents leur soient enlevés par capture au bénéfice de voisins plus actifs. D'autre part, la perte de ces affluents amène la décroissance du débit et de la vitesse de crue et, partant, celle de l'activité érosive de leurs eaux, ce qui entraîne bientôt d'autres pertes. De même, dans les affaires humaines, un banquier qui a subi des pertes importantes voit son crédit ébranlé et, par là-même, la récupération de son déficit lui devient difficile.

Dans le cas de la Meuse, nous devons nous demander quelle est la cause déterminante, l'origine première de la décadence du tronçon supérieur, le motif pour lequel elle éprouve une telle difficulté à approfondir sa vallée. « La » cause majeure de cette difficulté », dit M. M. Davis, « doit » être cherchée dans le soulèvement de l'Ardenne à travers » les roches résistantes de laquelle la basse Meuse a, pen- » dant l'époque tertiaire, creusé une gorge profonde ;...... » *mais la Meuse travaille activement aujourd'hui à creu-* » *ser dans l'épaisseur de ces roches une profonde vallée* » *transversale, à la suite du soulèvement énergique de la* » *région.* Quand la pénéplaine était encore une région » basse, la Meuse se trouvait relativement à l'abri des dé- » prédations ; mais pendant l'exhaussement de la péné-

» plaine et plus tard, elle doit avoir rencontré de sérieuses
» difficultés à approfondir son lit..... Il est très remar-
» quable, du reste, que la Meuse soit encore capable de
» maintenir son cours à travers l'Ardenne soulevée ; ce
» succès ne peut être expliqué que si on la regarde comme
» un exemple typique de rivière *antécédente* : elle a vail-
» lamment lutté pour préserver son cours et elle y a mer-
» veilleusement réussi, puisque le massif à travers lequel
» se creuse sa gorge profonde est maintenant plus élevé
» que les plateaux où s'encaissent ses méandres en amont
» de Mézières. Toutefois, si elle a eu la fortune de main-
» tenir son passage au travers des montagnes ressuscitées
» de l'Ardenne, elle a chèrement payé cette victoire par
» la perte de ses affluents latéraux. Les roches dures de
» l'Ardenne forment un seuil qui maintient la haute
» Meuse à un niveau relativement élevé, en permettant
» aux affluents supérieurs de la Seine et de la Moselle de
» lui soutirer de part et d'autre un peu de son volume :
» elle reste ainsi comme une rivière amoindrie, mais persé-
» vérant toujours dans sa course, bien que très gênée par
» la perte de certains tributaires sur le concours desquels
» elle avait compté pour se frayer à travers tous les obsta-
» cles un chemin vers la mer. » [1]

Nous envisageons les choses de façon très différente.

Nous ferons d'abord remarquer, avec M. G. Dollfus (voir p. 336), que, quelles que soient les apparences, la Meuse ardennaise, pas plus que la Meuse lorraine, ne creuse sa vallée à l'époque actuelle et ne coule nulle part sur les roches vives. Le fond de sa vallée d'érosion est, de Mézières à Visé, comme en amont de Mézières, comblé de cailloux, de sables et de limons sur lesquels le fleuve roule ses eaux.

[1] W.-M. Davis. *Op. cit.*, pp. 48-49.

La Meuse ardennaise n'épouse pas partout les sinuosités de sa vallée ; en plusieurs endroits, elle serpente sur des nappes d'alluvions et, si ce phénomène est incomparablement moins accentué que chez la Meuse lorraine, le fait est dû surtout à l'étroitesse ordinaire de la vallée rocheuse, que la Meuse est incapable d'élargir dans son état actuel.

Il n'en est pas moins vrai que la pente du fleuve s'accroît à son entrée dans le massif ardennais, ainsi que le montrent les chiffres suivants (1) :

Meuse. — Pente kilométrique à l'étiage.

De Petit-Remilly au canal des Ardennes	= 0m258
Du canal des Ardennes à Romery	= 0m202
De Romery à Warcq	= 0m279
De Warcq à Nouzon	= 0m224
De Nouzon à Monthermé	= 0m256
De Monthermé aux Dames-de-Meuse	= 0m597
Des Dames-de-Meuse à Revin	= 0m531
De Revin à St-Joseph (écluse)	= 0m460
De St-Joseph (écluse) aux rochers de l'Uff	= 0m757
Des rochers de l'Uff à Haybes	= 0m446
De Haybes à Vireux	= 0m545

Le profil en long de la Meuse (fig. 20) ne présente pas la forme du profil d'un cours d'eau arrivé à l'état d'équilibre. La résistance offerte par les terrains ardennais a eu pour conséquence, lors du creusement de la vallée, de former des ressauts qui ont constitué, pour les eaux d'amont, un niveau de base provisoire et ont ainsi diminué la pente du thalweg de la Meuse lorraine. Mais l'Ardenne n'a joué, dans

(1) J.-A. Pierrot. Bassin de la Meuse. Études hydrologiques et géologiques. *Ann. de l'Assoc. des ingénieurs de Gand*, t. XIV, 1890-91.

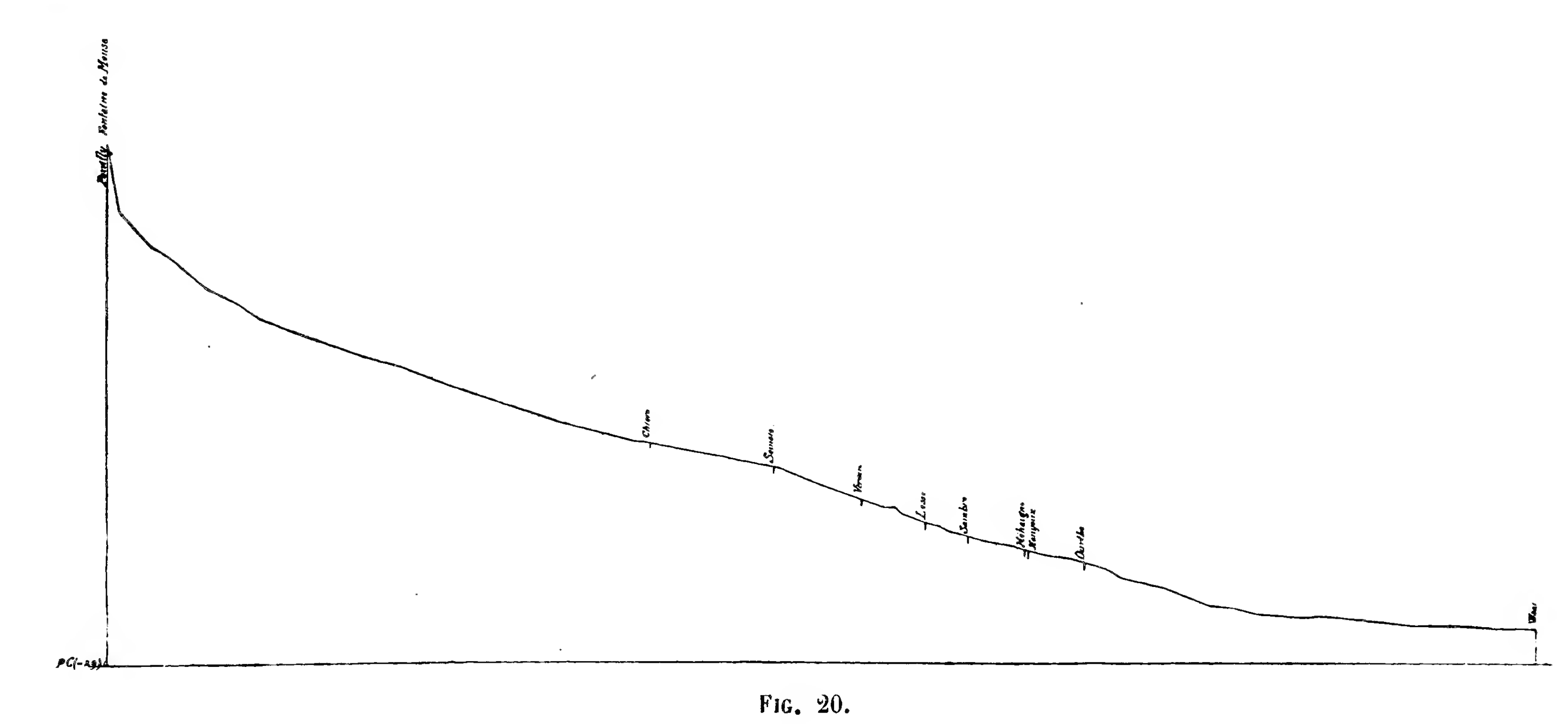


Fig. 20.

Profil en long de la Meuse, d'après les documents des services **hydrographiques** français, belges et néerlandais.

tout cela, qu'un *rôle purement passif* et il nous paraît superflu d'admettre qu'elle s'est relevée lentement à mesure du creusement de la vallée.

L'influence de l'entrée de la Meuse dans les roches dures de l'Ardenne se fait sentir dans la courbe du thalweg d'écoulement, encore que les ressauts en soient adoucis par les amas de graviers et d'alluvions qui capitonnent le fond de la vallée.

Il faut donc que la Meuse ait vu son régime changer avant d'avoir eu le temps de régulariser complètement son profil en long. Le creusement de la vallée a été *interrompu dans toute la longueur du fleuve*, aussi bien à la traversée de l'Ardenne qu'en aval et qu'en amont, sauf dans la partie voisine de la source. Aujourd'hui, lors des crues qui lui donnent son maximum de vitesse, il parvient tout au plus à remuer les moins volumineux des cailloux qu'il charriait autrefois de l'Ardenne jusque dans le sud des Pays-Bas.

L'explication à donner de la décadence de la Meuse doit donc s'appliquer à l'ensemble du cours du fleuve. Cette explication, nous la voyons dans le *relèvement du niveau de base* de nos cours d'eau, c'est-à-dire du niveau de la mer du Nord, depuis l'époque où s'est fait le creusement des vallées jusqu'au fond vif de leurs thalwegs d'érosion.

De même que la dépression du niveau de base a amené un surcreusement des vallées, le relèvement de ce niveau a diminué l'activité des rivières et a eu pour conséquence l'encombrement des thalwegs d'érosion. Quand, par suite d'un mouvement négatif d'une ligne de rivage, l'embouchure d'un fleuve s'écarte davantage de sa source, la pente générale du thalweg tend à diminuer. Mais cet effet est plus que compensé par la descente absolue du niveau de base et le résultat final est une augmentation de la pente avec surcreusement de la vallée (voir chap. I, § 14 et fig. 3).

Le cas peut se présenter où l'embouchure d'un fleuve s'écarte de la source, c'est-à-dire où le cours s'allonge, sans que le niveau de base subisse de variation. L'effet est une diminution de la pente du thalweg avec tendance à l'envasement. C'est ce qui se produit lors du comblement des estuaires et de la formation des deltas. C'est ce qui pourrait aussi se produire lorsqu'une rivière est absorbée par capture par un cours d'eau dont le débouché dans la mer est situé plus loin que l'embouchure où aboutissaient primitivement les eaux de la rivière capturée. Mais ce cas ne se présentera que plus rarement. En effet, la cause de la capture est une inégalité dans la vitesse du creusement des thalwegs d'érosion ; or, normalement, dans un pays ne présentant pas de grandes inégalités d'altitudes, les cours d'eau les plus actifs seront ceux dont la pente est la plus rapide, c'est-à-dire ceux dont le débouché dans la mer est le plus proche. Il en résulte que, parmi les rivières d'un pays d'altitude sensiblement uniforme, les captures s'opèreront de préférence au profit de ceux dont le débouché dans la mer est le moins éloigné. C'est ainsi que plusieurs affluents occidentaux de la haute Meuse ont pu lui être enlevés par des rivières du bassin de Paris.

Cependant, le niveau de base immédiat d'un cours d'eau secondaire peut régler, en amont, l'activité de ce cours d'eau. C'est la cause pour laquelle la Meurthe a pu s'emparer de la haute Moselle au détriment de la Meuse. Ce phénomène doit dater de l'époque où, la vallée ardennaise de la Meuse étant encore en voie de creusement, les seuils rocheux dans lesquels elle pratiquait son lit constituaient, pour les eaux d'amont un niveau de base local, tandis que la régularisation du cours du Rhin, à Coblence, était beaucoup plus avancée.

S'il était bien démontré que la haute Meuse ayant été autrefois un tributaire de la Seine a été, à un moment

donné, capturée par la Meuse de Dinant, il faudrait admettre que le phénomène a eu lieu à une époque où le débouché maritime des rivières du bassin de Paris était considérablement reporté vers l'Ouest et où l'embouchure de la Meuse était, au contraire, beaucoup plus rapprochée. Cela nous reporterait au temps où la Meuse n'existait pas dans sa forme actuelle et où les dernières mers pliocènes, en voie de régression, couvraient encore le nord de la Belgique.

La capture de la haute Meuse se serait donc faite durant une phase d'érosion active qui s'est longtemps continuée pendant que la mer pliocène et pleistocène effectuait son retrait vers le Nord, en opérant parfois des mouvements en sens inverse qui entraînaient des arrêts dans le processus de creusement.

A une époque plus rapprochée de nous, le niveau de base général s'étant relevé, la Meuse a cessé de creuser son lit et a laissé son thalweg d'érosion s'encombrer de cailloux et d'alluvions. Le fleuve a passé de l'état torrentiel à l'état où il est aujourd'hui, non pas par la marche normale de la régularisation de son profil, mais par une influence extérieure qui lui a fait abandonner le régime torrentiel en laissant son travail de creusement inachevé.

§ 12.

Comme nous l'avons vu plus haut (chap. II, § 29), la vallée de la Meuse, de Mézières à Namur, est un type de *vallée transversale*.

Elle est transversale *(Querthal)* quant à sa direction générale comparée à celle des terrains paléozoïques plissés dans lesquels elle s'est creusée.

La Dendre, la Senne, la Dyle, la Grande-Geete, de même que le Hogneau, la Trouille, etc., de même aussi que l'Eau-d'Heure, le Hoyoux, etc. sont d'autres exemples de

cours d'eau *transversaux*, envisagés au simple point de vue de leur direction comparée à celle des plis.

Mais la vallée de la Meuse est transversale aussi *(Durchgangsthal, Durchbruchsthal)*, parce qu'elle traverse, comme une tranchée, un pays plus élevé que celui dans lequel elle coule en amont.

Nous avons démontré (voir chap. III § 6) que l'Escaut, entre Bléharies et Kain, si l'on envisage ses rapports avec la surface du massif primaire, partage avec la Meuse le caractère de *Durchgangsthal.*

La genèse des vallées transversales entendues dans ce dernier sens peut, comme on le sait, s'expliquer de plusieurs façons [1]. On peut, notamment, les envisager comme dues à des phénomènes d'érosion régressive ayant pu entraîner la capture d'un cours d'eau situé en amont du massif traversé *(Regressions-Theorie*, Hilber). Nous avons vu que, dans la manière de voir de M. Dollfus, la vallée actuelle de la Meuse ardennaise aurait cette origine (voir p. 337).

Une autre manière d'expliquer l'origine des *Durchgangsthäler* consiste à les considérer comme s'étant encaissées graduellement à travers des couches en train de se plisser ou à travers un massif en voie de soulèvement en bloc (*Antezedenz-Theorie*, Hilber). M. A. Heim, dès avant 1877, puis Ch. de la Vallée, MM. de Lapparent et M. Davis ont appliqué cette théorie à la Meuse ardennaise (voir pp. 330 et suiv.).

Enfin, la troisième théorie dont on puisse discuter l'application au cas qui nous occupe est celle de la *surimpo-*

(1) Nous n'avons pas l'intention de refaire ici l'historique de la question si discutée, des vallées transversales. Nous ne pourrions le faire mieux que M. Penck et M. Hilber dans les travaux suivants :

A. Penck. Die Bildung der Durchbruchsthäler. *Ein Vortrag gehalten im Ver. z. Verbr. naturwiss. Kenntnisse in Wien den 22 Februar* 1888. Wien, 1888.

Vincenz Hilber. Die Bildung der Durchgangsthäler. *Peterm. Mitteil.*, Bd. XXXV, 1889, I, p. 10.

sition (Gilbert), de l'*épigénie* (Richthofen), ou la *Superformations-Theorie* de M. Hilber [1].

C'est par la théorie de la surimposition ou de l'épigénie que nous expliquons la genèse de la vallée transversale de la Meuse ardennaise, c'est-à-dire de la vallée d'érosion actuelle, creusée dans le Primaire.

Nous ne voyons, dans la saillie que fait l'Ardenne sur les régions qui la bordent vers le Sud, qu'une conséquence de la plus grande résistance des roches dont elle est bâtie, sans qu'il soit besoin de faire appel à un relèvement du massif ardennais par rapport à la région lorraine (voir chap. III, § 4).

Quant à l'indépendance que montre le cours de la Meuse à l'égard de l'allure des terrains primaires qu'elle traverse entre Mézières et Namur, nous y voyons précisément une preuve de la surimposition du cours d'eau.

Cette preuve n'est d'ailleurs pas la seule. Les restes de dépôts tertiaires d'origine marine existant à l'est et à l'ouest de la vallée de la Meuse ardennaise nous en apportent une seconde, plus directe encore que la première.

On pourra nous faire remarquer que ces lambeaux sont bien clairsemés et, pour la plupart, de bien médiocre étendue pour nous autoriser à y voir les restes d'un revêtement continu.

Nous répondrons que la signification que l'on doit attribuer à ces vestiges ne dépend ni de leur nombre ni de leur étendue. Leur présence seule est suffisante, s'il est démontré qu'ils représentent des dépôts dont l'origine première est marine. Et nous pensons, avec la majorité des géo-

[1] M. V. Hilber, dans le travail précité, passe en revue neuf théories différentes : les six autres, y compris la théorie des failles (*Spalten-Theorie*) ne peuvent, en aucun cas, s'appliquer à la Meuse.

logues belges, qu'ils doivent être considérés comme tels, quels que soient les remaniements qu'ils ont subis (voir chap. II, § 24). Leur nature même empêche d'y voir des dépôts continentaux de type *aachéneux* dont les éléments seraient empruntés au sol primaire qui les supporte.

Les éléments mentionnés sur la Carte géologique sous le nom d' « Amas et traînées de cailloux de quartz blanc à « allures ravinantes ou fluviales » (*Onx*) se présentent, au voisinage de la vallée de la Meuse, dans des circonstances qui les ont fait considérer comme d'anciens graviers fluviaux. Il semble, en effet, bien admissible qu'ils ont été repris par la Meuse à l'un de ses stades primitifs, mais ces cailloux, en eux-mêmes, présentent des caractères qui montrent qu'ils ont été roulés par la vague et qu'ils doivent, par conséquent, avoir appartenu à des dépôts marins. Ils sont loin, d'ailleurs, d'être limités au voisinage de la Meuse (1) ; ce sont, de tous les dépôts tertiaires de la haute Belgique, ceux qui, à l'état meuble ou réunis en poudingues, atteignent les plus fortes altitudes.

On pourra aussi objecter que les dépôts tertiaires de la haute Belgique appartiennent à des étages différents. Les uns sont notés comme landéniens, d'autres comme bruxelliens, et la plupart sont désignés par l'épithète, plus large, d'oligocènes.

Mais ceci n'infirme en rien notre thèse. Nous n'envisageons, dans ces études, que le cycle géographique actuel et ce cycle ne commence, pour chaque point de l'Ardenne, qu'à partir du retrait de la plus récente des mers qui ont recouvert ce point.

Les plus récents des dépôts tertiaires marins de la haute

(1) M. H. Forir nous écrit qu'il a rencontré des cailloux semblables, tantôt isolés, tantôt en grand nombre, au-dessus de *tous* les dépôts de sable *Om* qu'il a étudiés à l'occasion du levé de la Carte géologique au 40 000e. Selon lui, ils sont intimement liés à ces sables, et plus constants qu'eux. Il ne peut y voir des dépôts fluviaux.

Belgique sont incontestablement (quel que soit leur âge réel et même s'ils appartiennent à une série d'âges différents) l'ensemble de ceux que la Carte géologique qualifie d'oligocènes. Ce sont ceux qui arrivent aux cotes les plus élevées et il est rationnel de conclure que le cycle d'érosion actuel a commencé à mesure du retrait de la mer qui les y avait apportés.

§ 13.

Il y a lieu de distinguer, dans les phénomènes d'érosion qu'a subis le massif ardennais, deux ordres de faits, deux phases successives, très distantes dans le temps : 1° l'arasement des plis, le rabotage du relief, la transformation en plateau, en pénéplaine si l'on veut, d'un pays que les mouvements orogéniques hercyniens avaient laissé très accidenté ; 2° le creusement des vallées actuelles, c'est-à-dire l'accidentation par sculpture d'un pays aplani par une dénudation antérieure.

Ce n'est pas le cycle géographique actuel qui a amené la surface générale des plateaux ardennais dans l'état où elle était avant le creusement des vallées où coulent les affluents de la Sambre-Meuse. La « pénéplaine » ardennaise est au moins de date pré-crétacée. Remise à nu, en grande partie, par le cycle d'érosion pré-tertiaire, elle a été de nouveau recouverte par la mer, probablement à plusieurs reprises, dans les temps kainozoïques. La Meuse et ses affluents principaux, après avoir creusé leur lit à travers les sédiments tertiaires récemment déposés, ont entamé un substratum primaire réduit, depuis longtemps, à l'état de « pénéplaine » [1].

[1] Nous faisons encore une fois nos réserves quant à l'attribution de ce terme aux surfaces de notre pays qu'a recouvertes la mer crétacée. Cette prétendue pénéplaine présente, dans le Hainaut, des pentes atteignant 20 degrés.

C'est la seule façon dont on puisse se rendre compte de l'indépendance que manifestent la Meuse et les cours d'eau *principaux* de l'Ardenne, relativement à la direction des couches et aux inégalités de résistance des roches qui les constituent.

Ce caractère seul, même en l'absence de tout dépôt crétacé et tertiaire à la surface de l'Ardenne, ne permettrait pas d'admettre que les cours d'eau actuels de la région sont les descendants de ceux qui ont contribué à son aplanissement à l'état de « pénéplaine ».

Admettons un instant qu'il en soit ainsi et, au moyen des coupes que la Carte géologique au 40 000e permet de mener dans tous les sens, représentons-nous, en reculant, dans le temps, les diverses phases de la dénudation du massif ardennais. Dans la série de ces tableaux rétrospectifs de plus en plus anciens, nous voyons l'influence des inégalités dans la résistance des roches se manifester de plus en plus et, en même temps, la présence des anticlinaux et des synclinaux régir, dans les grandes lignes, l'établissement des traits hydrographiques. Nous nous trouvons ainsi, à un moment donné, en présence d'un système *rationnel* de cours d'eau en relation avec la tectonique du pays et avec la nature des roches.

Or, en supposant même que le massif ardennais ait été finalement amené à l'état de pénéplaine subaérienne, peut-on admettre que le système hydrographique actuel n'ait rien conservé de ces caractères et que les grands traits, au contraire, en soient, dans l'hypothèse d'un cycle géographique unique, manifestement *irrationnels* ?

Si l'on s'étonne aujourd'hui de voir la Meuse couper le massif cambrien et rhénan du sud de l'Ardenne, avant de pénétrer dans la région schisto-calcareuse de la Famenne et du Condroz, comment peut-on comprendre qu'elle l'ait traversé à un stade précédent de la dénudation

continentale, alors que le relief des parties rhénanes et cambriennes ne pouvait être que plus prononcé relativement aux régions voisines ?

Nous pensons que le caractère capricieux des cours d'eau d'une pénéplaine ne va pas jusqu'à les rendre absolument indépendants de l'allure et de la dureté des terrains. Les cours d'eau de la pénéplaine seraient les descendants de ceux des stades précédents du cycle géographique et ces derniers eussent été sous la dépendance directe de la tectonique du pays et de la nature des roches.

CHAPITRE IV.

La Haine.

§ I.

Dans les chapitres qui précèdent, nous avons insisté, à diverses reprises, sur l'indépendance que présentent les rivières conséquentes surimposées du pays, par rapport à la direction des plissements primaires ; elles y ont, pour la plupart, creusé des vallées nettement transversales.

Mais il existe aussi, dans notre région, des cours d'eau d'un caractère tout autre.

La *Haine*, à partir de Mons et même à partir de Carnières, et la *Sambre-Meuse*, de Marchienne à Liége, présentent un tracé en relation évidente avec l'allure des couches plissées.

Par rapport à la direction générale du drainage conséquent du pays, ces rivières ont un caractère *subséquent*.

On peut dire, d'une façon plus spéciale, que la Sambre-Meuse est subséquente relativement au tracé conséquent de l'Ourthe, prolongé par la Meuse de Maestricht ; que la

Haine, dans sa section est-ouest, est subséquente par rapport à l'Escaut.

Mais la Haine et la Sambre-Meuse, dans les sections définies plus haut, ont, en outre, un caractère très spécial ; c'est d'être superposées, tantôt exactement, tantôt d'une façon très approchée, au synclinal du bassin devono-carbonifère de Namur.

La Haine, sauf en une portion très limitée de son cours, est séparée des terrains primaires du synclinal de Namur, par une épaisseur parfois très forte de terrains crétacés et tertiaires, formant eux-mêmes des synclinaux à peu près parallèles et presque superposés l'un à l'autre et au synclinal primaire.

La Sambre-Meuse, de Marchienne à Liége, coule dans une vallée creusée directement dans la formation primaire. Mais nous croyons avoir démontré plus haut (voir chap. II) que le fleuve s'est établi, dans le principe, sur un recouvrement tertiaire et qu'il mérite le nom de surimposé ou épigénétique.

Si nous parvenons à démontrer la nature synclinale de la vallée de la Haine et si l'on accepte le caractère épigénétique de la Sambre-Meuse, nous croyons que l'on pourra admettre que ce dernier cours d'eau, de Marchienne à Liége, est également d'origine synclinale.

En résumé, la Sambre-Meuse, dans la section Marchienne-Liége, est une rivière à la fois subséquente, synclinale et surimposée.

Elle est *subséquente* quant à ses rapports avec la pente générale du pays et avec les cours d'eau conséquents ; *synclinale* quant à son origine première et *surimposée* quant à son évolution. Rappelons que, comme elle est venue couper en deux tronçons le système des cours d'eau conséquents primitifs, nous lui avons appliqué le terme de *transséquente* (voir chap. I, § 5).

La Haine peut aussi, et au même titre, être qualifiée de transséquente.

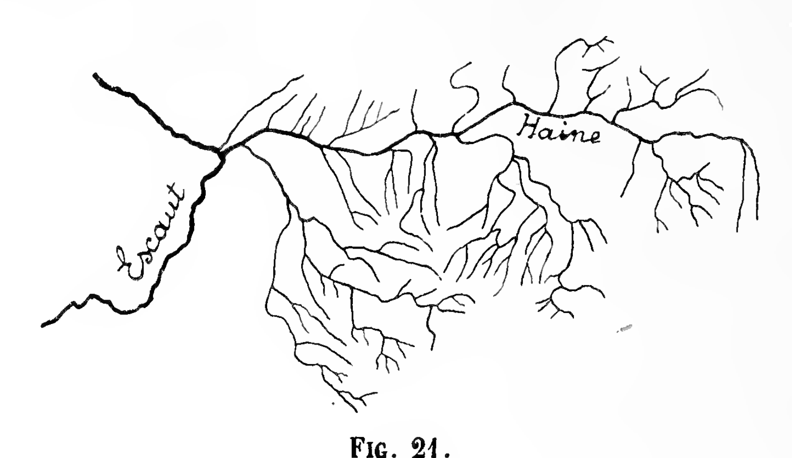


FIG. 21.
Le bassin de la Haine.

§ 2.

Si l'on examine la carte du bassin de la Haine (fig. 21), on est frappé de l'asymétrie qui existe entre l'étendue des surfaces drainées de chaque côté du thalweg. Ainsi, la largeur du bassin par le méridien de Saint-Ghislain est de 21 kilomètres du côté du Sud et de 7 kilomètres à peine du côté du Nord.

Il y a là un phénomène qui rappelle, sur une échelle moindre, celui qui se présente pour la Sambre-Meuse (voir chap. II, § 2).

L'explication est d'ailleurs analogue dans les deux cas. La formation de la vallée de la Haine a coupé en deux tronçons un système de rivières conséquentes, probablement déjà décapitées en amont par la formation de la haute Sambre. La Haine reçoit, par sa rive gauche, les tronçons d'amont de ces rivières conséquentes segmentées. Ses affluents de la rive droite ne représentent que des cours d'eau nés sur le flanc septentrional de la vallée de plissement. Les circonstances n'ont pas permis à ces rivières d'opérer des captures sur les branches supérieures

de la Dendre et de la Senne [1] qui sont les tronçons d'aval des rivières coupées en deux par la formation de la Haine. La vallée, en effet, est relativement peu encaissée par rapport à la ligne de faîte du Nord.

Une coupe nord-sud, transversale à la vallée de la Haine, est des plus instructive. Elle montre la *continuité de la surface topographique générale du pays au sud et au nord de la Haine* (fig. 22). Le caractère subséquent de la vallée ressort nettement de cette coupe.

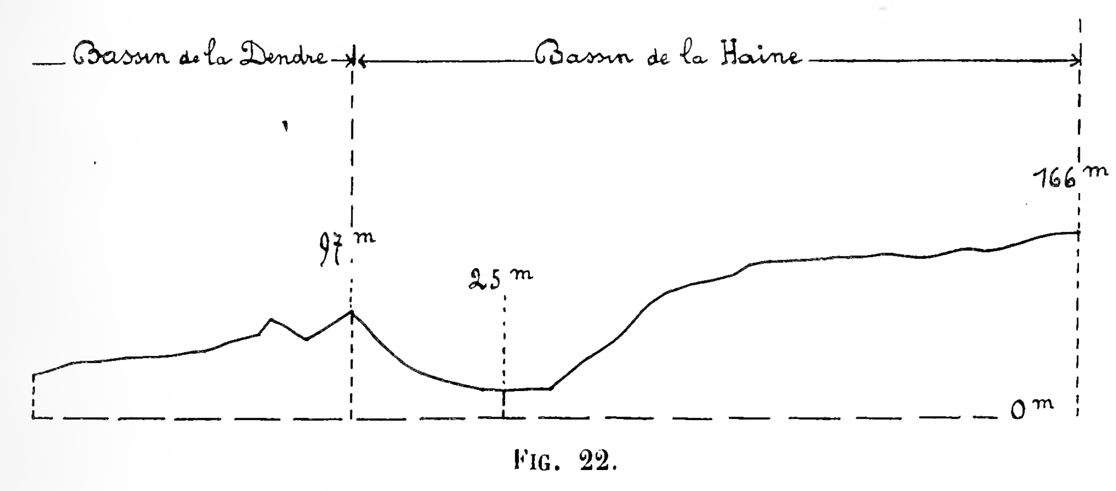


FIG. 22.

Coupe transversale nord-sud du bassin de la Haine, par le méridien de St-Ghislain, de la ligne de faîte de la Sambre (166 m) à celle de la Dendre (97 m).

On remarquera l'analogie que présente ce profil avec celui que nous avons donné plus haut pour la Sambre-Meuse (fig. 1).

Les deux coupes peuvent être schématisées de la façon suivante (fig. 23).

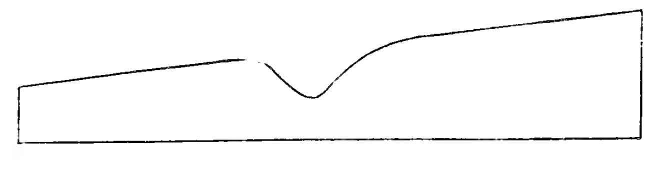


FIG. 23.

Rapports des vallées de la Sambre-Meuse ou de la Haine avec la surface topographique générale.

(1) Cependant l'Eaubrécheul reçoit, dans son cours supérieur, quelques petits affluents à cours sud-nord.

§ 3.

La Haine, depuis Carnières jusqu'à son confluent avec l'Escaut, coule dans une direction générale est-ouest et son trajet marque à peu près la ligne médiane, sinon l'axe tectonique, de la zone houillère du bassin géologique de Namur. Cependant, la vallée n'entame le terrain houiller que sur une distance très limitée (voir chap. III, § 5).

Dans la région correspondant à la vallée de la Haine, entre Carnières et l'Escaut, il existe, creusé dans le terrain houiller, un profond ravin, dirigé de l'Est à l'Ouest, rempli par le Wealdien (Bernissartien) et les assises crétacées marines [1]. Ces assises ne sont d'ailleurs pas localisées dans cette vallée, mais débordent, au Nord et au Sud, en discordance sur les formations primaires de la région.

Ce ravin est une *vallée d'érosion* pré-crétacée. Il faut se garder de la considérer simplement comme une vallée de plissement correspondant au synclinal houiller.

Parti de la cote + 118 entre Anderlues et Carnières, le thalweg de cette vallée atteint, en s'avançant vers l'Ouest, des cotes de — 315 près de Nimy et de — 317 à Pommerœul. Sur ce trajet, il change à plusieurs reprises le sens de sa pente. Au-delà de la frontière française, il se relève en même temps qu'il se détourne vers le Sud et, près de Valenciennes, on peut dire que la vallée prend fin. On peut exprimer ces faits en disant que la vallée en question a la forme d'une lingotière et non celle d'une gouttière [2].

(1) F.-L. Cornet et A. Briart. Description du terrain crétacé du Hainaut, 1865-66, pp. 6-8.

(2) En 1899, nous comparions cette dépression à une *vallée d'erosion glaciaire*, analogue à celles que remplissent les lacs du pied des Alpes, en nous demandant si l'on ne pourrait l'attribuer aux glaciers permiens (in *Bull. Soc. belge de géol.*, t. XIII, *Proc.-verb.* Excursion du 3 avril 1899 à Stambruges, etc., p. 142). M. Gosselet, en janvier 1904, en présentant à la Société géologique du Nord une carte de la surface des terrains primaires aux environs de Douai, a paru disposé à adopter cette théorie

Le Crétacé du bassin de la Haine, remplissant cette vallée et débordant au Nord et au Sud, présente donc une *disposition synclinale* qui est, en grande partie, *primitive*, c'est-à-dire en rapport avec la forme du substratum primaire sur lequel il s'est déposé, mais qui s'est *accentuée* à plusieurs époques, par suite de l'affaissement de la région correspondant à la vallée d'érosion pré-crétacée.

Dans la portion occidentale de la vallée de la Haine, les

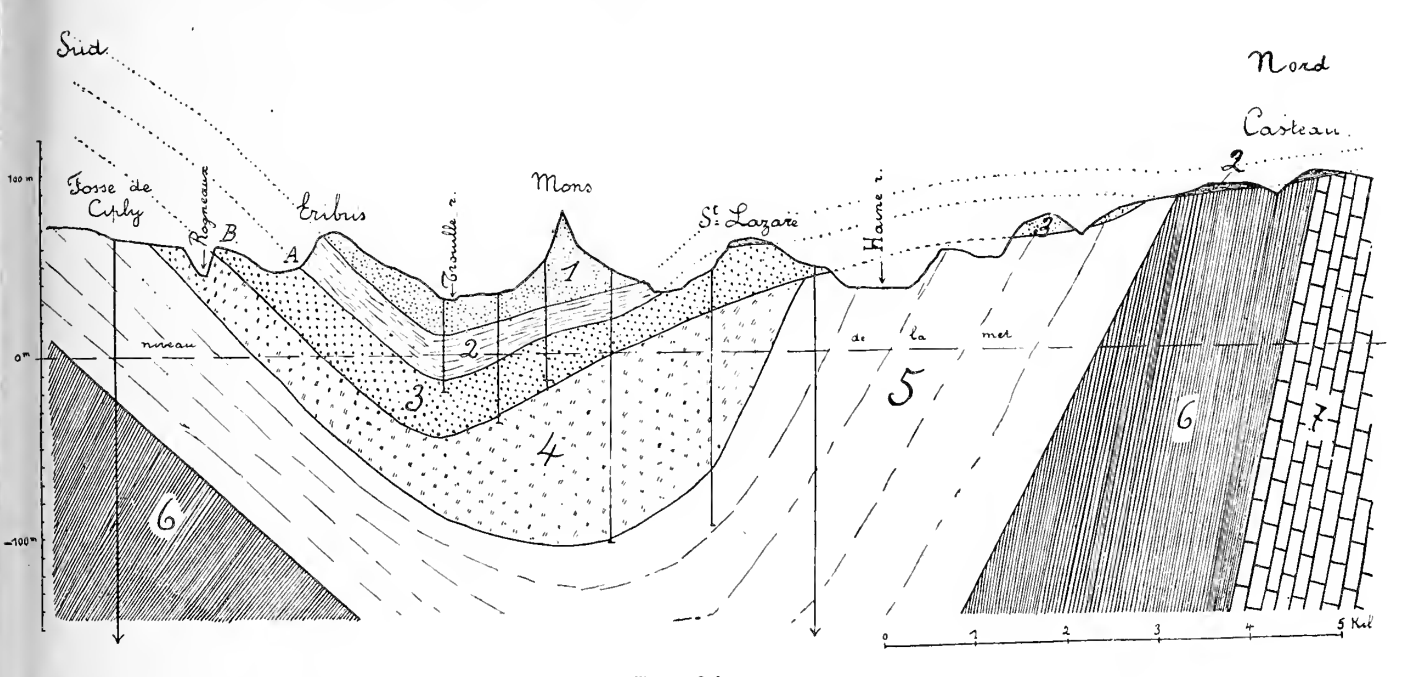


FIG. 24.

Coupe nord-sud passant par Mons. Hauteurs multipliées par 20 :

1. Yprésien supérieur.
2. Yprésien inférieur.
3. Landénien.
4. Montien.
5. Crétacé.
6. Houiller.
7. Calcaire carbonifère.

en ce qui concerne cette région voisine du Hainaut (*Ann. Soc. géol. du Nord*, t. XXXIII, pp. 2-3).

Rappelons que M. A. Renier, dans sa belle Monographie du poudingue de Malmedy, a émis aussi l'hypothèse de l'origine glaciaire des dépressions qu'ont remplies ces curieux dépôts, en se basant surtout sur l'existence de contrepentes dans leur tracé (*Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXIX, p. M219). Il est intéressant de faire remarquer que le thalweg de la vallée d'érosion du Hainaut présente plusieurs contrepentes du même genre.

terrains tertiaires forment également un synclinal très net orienté, comme le précédent, de l'Est à l'Ouest, mais dont l'axe est placé notablement plus au Sud que celui du synclinal crétacé (fig. 24).

Il est probable que la forme que présentait le sol pré-tertiaire lors de l'invasion de la mer landénienne a joué un certain rôle dans cette disposition ; mais la plus grande part de la courbure synclinale du Tertiaire de la Haine est due à des mouvements postérieurs au dépôt du Panisélien.

La région de la Haine présente donc à considérer trois synclinaux successifs, mais non emboîtés les uns dans les autres, ni même exactement superposés :

1. Le synclinal primaire de la Haine traverse tout le pays : c'est celui du bassin géologique de Namur.

2. Le synclinal secondaire ne cesse, vers Carnières, qu'avec le bassin crétacé.

3. Le synclinal tertiaire, très prononcé à l'ouest de Mons, s'ouvre en éventail à l'est du méridien du Mont-Panisel, puis devient de moins en moins sensible. Au plateau d'Anderlues, dans la région des sources de la Haie, de la Haine, du Piéton et du ruisseau de Trazegnies, les étages tertiaires s'élèvent régulièrement du Nord au Sud, de Gouy-lez-Piéton à Mont-Ste-Geneviève, et s'étendent à travers le bassin houiller sans montrer de trace de plissement [1].

La coupe fig. 25 montre nettement la disposition synclinale des couches tertiaires du Mont-Panisel. C'est un peu à l'est du plan de cette coupe que le synclinal tertiaire commence à se dessiner nettement. A l'ouest, il va passer au sud de la ville de Mons, à peu près au point où la Trouille traverse l'avenue de Bertaimont, ainsi que le montre clairement la figure 24, qui permet aussi de constater l'indépendance du plissement tertiaire et du synclinal

(1) Il en est ainsi, du moins, pour le plus élevé d'entre ces étages, le Bruxellien.

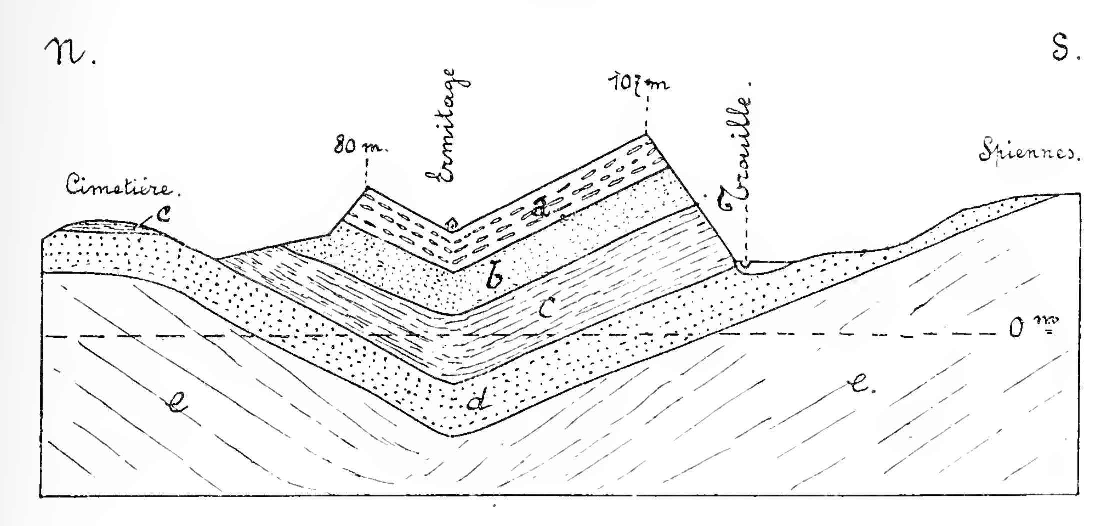


FIG. 25.
Coupe nord-sud du Mont-Panisel, près de Mons. Hauteurs multipliées par 20 :

a. Panisélien.
b. Yprésien supérieur.
c. Yprésien inférieur.
d. Landénien.
e. Montien et Crétacé.

crétacé (¹). Plus à l'Ouest encore, l'axe du synclinal tertiaire passe un peu au sud du Pont-Canal (fig. 26).

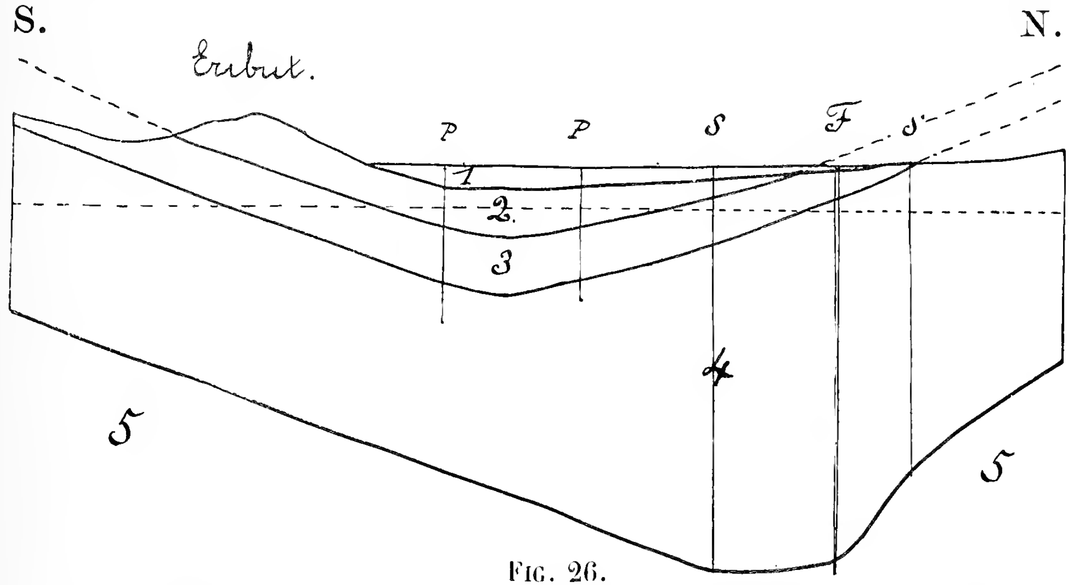


FIG. 26.
Coupe nord-sud passant par Cuesmes et le charbonnage de Ghlin. Hauteurs multipliées par 5 :

1. Moderne et Pleistocène.
2. Yprésien.
3. Landénien.
4. Montien et Crétacé.
5 Houiller.
F. Charbonnage de Ghlin.
S, *S*. Sondages.
P, *P*. Puits artésiens.

(¹) On remarquera aussi que, dans cette coupe, la vallée de la Haine est encore en dehors du synclinal (voir plus loin).

Si l'on suit les couches tertiaires au sud et au nord des plans des trois coupes précédentes, leur disposition générale en synclinal s'accuse encore davantage. Ainsi, le Panisélien, qui, sur le flanc nord du Mont-Panisel, a sa base à la cote 65, arrive, près de Masnuy, dans le même méridien, à la cote 120. Ce n'est qu'au nord de Masnuy que les couches tertiaires reprennent leur inclinaison normale vers le Nord.

La coupe fig. 26 montre la base de l'argile yprésienne à l'Eribut à la cote 68 ; à 1 400 mètres au Nord, dans l'axe du synclinal, son *sommet* est à la cote 15 ; au Bois-Brûlé, à 3 600 mètres au nord de cet axe, la base est à 57 ; enfin, à 4 000 au nord du Bois-Brûlé, on voit la base de l'argile à 99 mètres d'altitude.

§ 4.

Au point de vue des rapports qu'elle présente avec la disposition tectonique des terrains encaissants, la vallée de la Haine peut être divisée en trois sections :

1° De la source à Carnières.

2° De Carnières à Nimy.

3° De Nimy au confluent.

Nous allons examiner successivement ces trois sections.

1re section. — Ce tronçon supérieur est l'un des cours d'eau du plateau d'Anderlues (voir chap. II, § 13). La Haine a sa source près de la chapelle St-Médard, à Anderlues, à 800 mètres de celle du Piéton. Mais le ruisseau du Marais, qui coule dans le prolongement direct de la vallée de la haute Haine vers le Sud, prend naissance au hameau du Marais, vers la cote 195, tout près de la ligne de faîte du nord de la Sambre et à l'endroit où elle va devenir distincte de la ligne de partage des eaux entre l'Escaut et la Meuse.

De là, la Haine, prolongeant le ruisseau du Marais,

coule droit au Nord, parallèlement au Piéton dont elle n'est séparée que par un étroit plateau.

Cette direction conséquente est aussi celle de la Haie dont la vallée prend naisssance non loin du signal géodésique du Planty (212 mètres) et qui coule à l'ouest de la Haine et parallèlement à ce cours d'eau.

La direction sud-nord de ces deux branches supérieures de la Haine semblerait les mener, en vertu de la pente générale du plateau d'Anderlues, vers le bassin de la Senne ([1]), mais des phénomènes secondaires ont donné à leurs eaux une destination différente.

Les vallées de la Haie et de la Haine, nées sur le Bruxellien, s'encaissent successivement en marchant au Nord, dans cet étage, puis dans l'Yprésien, le Landénien, le Heersien (argiles de Trahegnies), la Craie de Saint-Vaast, la Craie de Maisières, les Rabots et les Fortes-toises. A partir de Carnières, la Haine, après avoir reçu la Haie, pénètre dans le terrain houiller, en même temps qu'elle se détourne vers le Nord-Ouest, puis vers l'Ouest, dans une vallée très encaissée, qui est exclusivement une vallée d'érosion.

Le cas de la Haine et de la Haie, quittant leur direction conséquente pour tomber dans un sillon très profond, de direction générale subséquente, qui la mène vers l'Ouest, fait songer à un phénomène de capture qui aurait décapité deux hauts affluents de la Samme-de-Seneffe au profit d'un affluent direct de l'Escaut.

Les rivières conséquentes du plateau d'Anderlues, d'abord décapitées par la formation du sillon de la Sambre-Meuse, étaient destinées à continuer leur cours vers le Nord; mais elles ont été détournées les unes vers l'Est,

([1]) La correspondance de la haute Haine avec la Samme-de-Seneffe et celle de la Haie avec le ruisseau de Scailmont sont très remarquables.

les autres vers l'Ouest, par des phénomènes de capture, conséquences de l'approfondissement rapide de la Sambre en aval de la Jambe-de-Bois et de la Haine à partir de Carnières.

2e section. — Près de l'endroit où la Haine est croisée par le chemin de fer de Bonne-Espérance à Haine-Saint-Pierre, la surface du terrain houiller prend une pente très prononcée vers l'Ouest et le thalweg d'érosion de la rivière passe sur le Crétacé du flanc nord du synclinal.

Jusqu'un point situé entre Péronnes et Trivières, la vallée se creuse dans les assises turoniennes des Fortes-toises, des Rabots et de la Craie de Maisières, puis dans la craie sénonienne de Saint-Vaast et de Trivières et se rapproche graduellement de l'axe du synclinal crétacé. Elle l'atteint entre Péronnes et Trivières, en pénétrant dans la craie d'Obourg.

De ce point jusque près de Maurage, la rivière est au-dessus de l'axe du synclinal crétacé, mais sa vallée est, cependant, une vallée d'érosion bien caractérisée. Contrairement à ce qui se passera dans la troisième section, le caractère sculptural l'emporte sur le caractère synclinal (voir plus loin).

Une coupe géologique nord-sud menée par la région où nous sommes parvenus, montre des faits très intéressants. (fig. 27).

On y voit le Turonien et le Sénonien former un synclinal très net : celui où coule la Haine. Mais ce synclinal principal est bordé, au Nord, d'un synclinal non moins bien caractérisé ; c'est celui qui correspond à la vallée du Thiriau. Et il est, certes, bien remarquable que ce ruisseau, le seul affluent de la Haine qui ait un cours est-ouest, corresponde aussi à un synclinal des couches crétacées.

A Maurage déjà, la Haine s'écarte rapidement du synclinal principal et, par une cluse creusée dans la craie

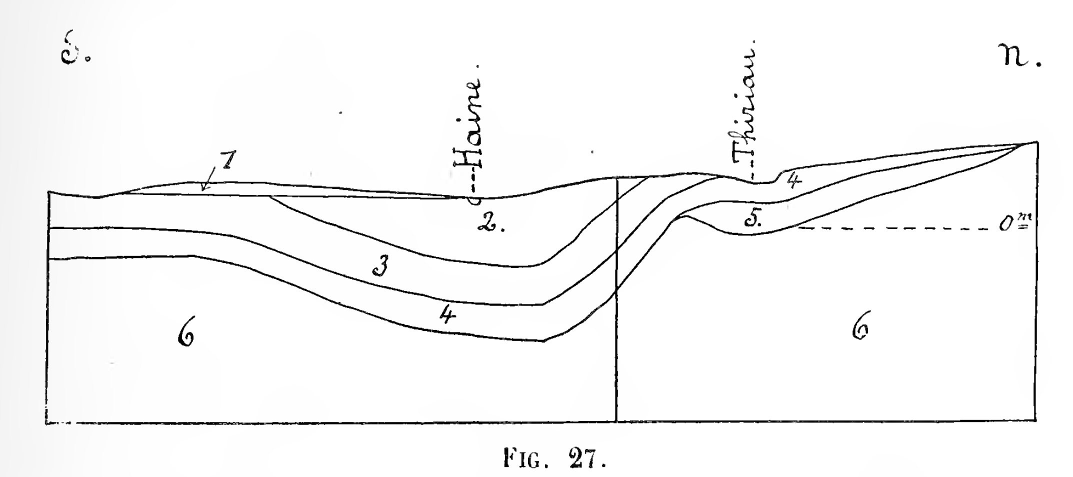


FIG. 27.

Coupe nord-sud à travers les vallées de la Haine et du Thiriau, passant par le Charbonnage de Maurage. Hauteurs multipliées par 20 :

1. Landénien.
2. Craies d'Obourg et de Trivières.
3. Craie de St-Vaast.
4. Turonien et Cénomanien.
5. Meule de Bracquegnies et Wealdien (Bernissartien).
6. Houiller.

d'Obourg, elle s'en va recevoir, près de Thieu, les eaux du Thiriau. Puis, jusque Nimy, elle creuse sa vallée dans la craie blanche du flanc nord du synclinal principal. (fig. 24).

3e section. — A Nimy, la Haine passe entre deux langues de craie blanche qui ne laissent à sa plaine alluviale qu'une largeur de 280 mètres, puis elle décrit une courbe vers le Sud et vient se placer, à Jemappes, au-dessus du synclinal tertiaire que le plus important de ses affluents, la Trouille, suivait déjà depuis le pied occidental du Mont-Panisel.

En même temps, et d'une façon brusque, à partir de l'étranglement de Nimy, une vallée large et évasée, digne de contenir les méandres d'un grand fleuve, succède à l'étroite vallée d'érosion de la section précédente. La plaine alluviale qui, à Havré, dans cette section, n'avait que 160 mètres de large, atteint des dimensions transversales de 3 600 mètres, dans le méridien de Boussu et de 6 000 mètres, dans celui de Bernissart [1].

[1] Et la Haine qui serpente dans cette plaine, ne débite guère plus d'un mètre cube par seconde !

Il est intéressant de comparer la coupe de la vallée de la Haine en amont de Nimy (fig. 24, à droite) avec la coupe passant par Cuesmes (fig. 26). Cette comparaison montre clairement que l'énorme vallée de la Haine, entre Mons et l'Escaut, si peu proportionnée à l'exiguïté de la rivière, est, avant tout, une *vallée de plissement.*

L'érosion n'a fait que la façonner et, comme la dénudation des versants s'est faite plus vite que la descente verticale du thalweg d'érosion de la rivière, on peut dire que *l'érosion fluviale a atténué l'encaissement de la vallée primitive, telle que le plissement l'avait créée.*

On voit, en effet, sur la coupe fig. 26, que la courbure synclinale des couches tertiaires est plus prononcée que le profil de la surface d'érosion.

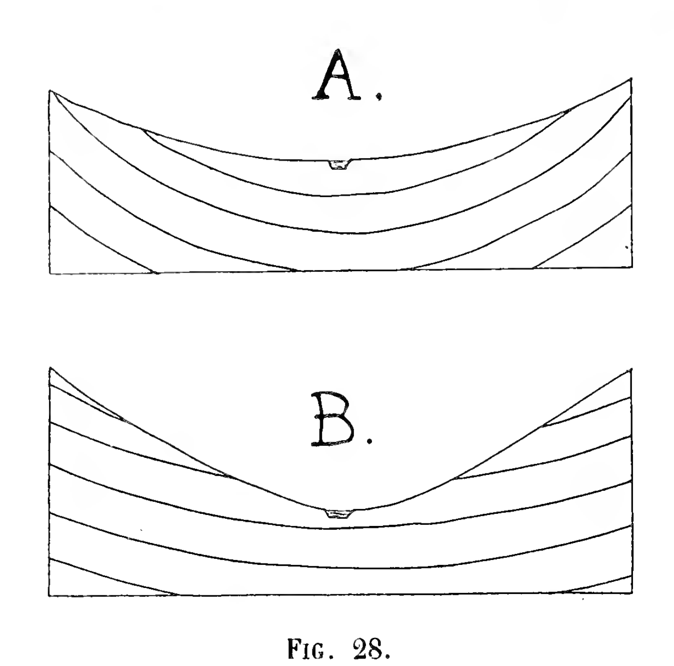


FIG. 28.

Deux types de vallées synclinales.

En d'autres termes, la vallée inférieure de la Haine appartient au type *A* (fig. 28) et non au type *B*. Ou, si l'on veut, l'encaissement général de la vallée de la Haine à l'ouest de Mons est de nature *structurale* et non *sculpturale.*

Dans la section de Carnières à Maurage, c'est, au contraire, le caractère sculptural qui domine, sauf entre Trivières et Maurage. Entre Maurage et Nimy, la vallée est exclusivement sculpturale.

§ 5.

Nous croyons être ainsi parvenu à démontrer la nature synclinale de l'ensemble de la vallée de la Haine dans la portion subséquente de son cours, c'est-à-dire entre Carnières et le confluent Nous avons pu le faire aisément grâce à la persistance du recouvrement tertiaire et crétacé de la région.

La Haine, dans sa portion subséquente et synclinale, coule partout au-dessus du terrain houiller du bassin devono-carbonifère de Namur sans que, cependant, sa direction soit superposée partout à l'axe de ce synclinal primaire.

Si, par suite d'un abaissement considérable du niveau de base, les terrains primaires de la vallée de la Haine pouvaient être débarrassés de leur couverture tertiaire et crétacée, nous verrions la Haine couler dans une vallée épigénétique, creusée dans le terrain houiller selon la longueur du synclinal primaire.

C'est précisément la situation où se trouve, dans l'ensemble, la vallée de la Sambre-Meuse entre Marchienne et Liége.

Or, nous avons, précédemment (chap. III), démontré le caractère épigénétique de la vallée de la Sambre-Meuse.

Nous pensons donc que la comparaison de la vallée de la Haïne avec celle de la Sambre-Meuse, à ces divers points de vue, en fait clairement ressortir la parenté étroite et permet d'admettre l'origine synclinale de cette dernière. Nous avouerons, toutefois, bien volontiers que la preuve *directe* du fait n'a pas éte fournie dans ce qui précède et

qu'elle est beaucoup plus pénible à établir que la démonstration indirecte, par analogie. Mais il resterait bien peu de chose de nos théories sur l'évolution de la surface terrestre si le raisonnement par analogie était interdit en matière géogénique. Nous verrons, d'ailleurs, plus loin, que cette preuve directe est loin de faire défaut (chap. VII).

CHAPITRE V.

Les origines du drainage conséquent.

§ 1er.

Une transgression marine, par les phénomènes d'abrasion et de sédimentation qui l'accompagnent, efface toute trace du régime fluvial qui l'a précédée. C'est-à-dire que la régression consécutive abandonne une surface où se créent des thalwegs qui sont indépendants du tracé des cours d'eau de la phase continentale antérieure, bien qu'ils puissent parfois leur être superposés.

Ce principe pourra, certes, subir des exceptions, mais, d'une façon générale, on peut l'admettre et simplifier ainsi singulièrement des études du genre de celles-ci.

Si nous pouvions, en remontant dans le temps, tracer avec exactitude les limites atteintes, dans nos régions, par les différentes mers tertiaires, un grand pas serait fait dans l'étude de nos anciennes rivières.

A la fin de l'époque éocène, par exemple, la mer, quelles qu'en fussent les limites, recevait des cours d'eau des régions émergées voisines. La transgression tongrienne, en envahissant une partie de ces régions, a raccourci un certain nombre de rivières en en supprimant le cours inférieur. Plus tard, à mesure du retrait de la mer tongrienne,

les cours d'eau se sont allongés vers l'aval en s'ouvrant des lits conséquents sur la pente qui leur était offerte par le fond émergé, mais sans pour cela se superposer nécessairement à leur tracé pré-tongrien. Ces cours d'eau ont ainsi acquis une section inférieure, d'âge post-tongrien, abouchée à un tronçon supérieur dont l'origine pourrait remonter bien loin dans les temps éocènes et plus avant encore, dans certains cas. Vers le début des temps pliocènes, la mer, revenant vers le Sud, a de nouveau, à mesure de ses progrès, effacé de la carte les tronçons inférieurs des rivières. Dans certaines régions, elle a pu, lors de son retrait, amener l'adjonction de tronçons pliocènes à des rivières comprenant déjà une section oligocène et une section éocène. Ailleurs, dans les parties où la mer pliocène a dépassé les limites de la transgression oligocène, on pourra voir des rivières formées d'un segment pliocène directement adapté à un haut cours d'âge éocène.

Par conséquent, une rivière unique, dont on serait tenté de faire remonter l'origine à une seule période déterminée, pourra être, en réalité, un individu complexe, formé de segments de différents âges.

Dans une plaine côtière [1] régulière comme celles qu'ont dû laisser émergées nos mers tertiaires en régression, les eaux qui suivent la mer en retraite tendent à créer des thalwegs sensiblement rectilignes. La mer qui se retire abandonne une surface dont chaque isohypse marque une ancienne position du rivage et les eaux continentales s'écoulent selon la ligne de plus grande pente, c'est-à-dire perpendiculairement à ces anciens rivages.

C'est pourquoi, dans la plupart des cas, la direction d'un tronçon d'une rivière indique le sens dans lequel

[1] Nous donnons ici au terme *plaine côtière* le sens que lui attribuent les géographes américains (*coastal plain*).

s'est faite la régression marine contemporaine de la naissance de ce tronçon. De telle sorte que l'orientation d'une rivière ou d'une section de rivière en indique généralement l'âge.

Ainsi, si nous voyons aujourd'hui la section tout-à-fait inférieure de tous nos fleuves, petits et grands, la Hames, la Hem, l'Aa, l'Yser, la Waardamme, l'Escaut, la Meuse, dirigée droit vers le rivage de la mer du Nord, c'est que le retrait de la mer, après ses avancées du Pleistocène supérieur et des temps modernes, s'est fait selon une ligne sensiblement parallèle à la côte actuelle.

Les tronçons supérieurs de nos cours d'eau sont, *grosso modo*, à-peu-près perpendiculaires aux précédents et coulent vers NNE. parce que c'est dans ce sens que s'est faite la régression qui en a amené l'allongement graduel vers l'aval.

§ 2.

Pour toutes les parties de notre pays qui ont été atteintes par la transgression du début du Pliocène, la dernière qui se soit étendue dans l'intérieur du pays, et qui n'ont pas été recouvertes par la mer à des époques plus récentes, le cycle géographique actuel date du retrait de la mer diestienne.

Pour les régions que n'a pas atteintes la mer diestienne, les origines du drainage qui y existe aujourd'hui remontent au retrait de la dernière mer qui les a visitées : oligocène, éocène, etc. Au contraire, dans les parties qui ont été envahies par les mers pliocènes supérieures, pleistocènes et modernes, le drainage est postérieur à la régression diestienne.

L'étude du développement de nos cours d'eau actuels peut donc commencer par la recherche de la limite de la transgression du Pliocène inférieur ou plutôt par la déter-

mination de la surface qui a été recouverte par les sédiments diestiens.

Comme nous le disions dans le chapitre I (§ 9), l'observation géologique nous permet de déterminer des points où le rivage d'une mer en transgression s'est trouvé à un moment donné, mais il est peu de ces points dont on puisse dire que la transgression s'y est arrêtée. A la région où un étage s'étend d'une façon continue, fait suite, vers le haut pays, une surface où il n'existe plus qu'en témoins isolés, en *outliers* parfois très peu étendus mais néanmoins bien caractérisés. Plus haut encore, toute trace apparente de l'étage disparaît et il faut des trouvailles, souvent dues à de purs hasards, de vestiges plus ou moins clairsemés, de cailloux enfouis dans les crevasses ou les poches, disséminés sur les plateaux ou remaniés dans les dépôts pleistocènes, pour venir modifier profondément les limites que l'on avait assignées d'abord à la mer ancienne. Ces vestiges ne sont probants que quand ils présentent des caractères décisifs, quand ils consistent en roches bien spéciales à un étage donné ou, mieux encore, quand ils en renferment des fossiles caractéristiques (1).

Il faut aussi pouvoir démontrer que ces débris n'ont pas été portés par des cours d'eau en dehors de l'aire occupée primitivement par l'étage en question. Pour ce qui concerne nos contrées, cette démonstration est toujours aisée. En effet, nos rivières coulant, d'une façon générale, selon la pente des couches tertiaires et secondaires, si l'on trouve un caillou en un point de leur bassin, on peut dire que, d'où qu'il provienne, les courants fluviaux n'ont pu que le faire descendre et que, par conséquent, son gisement primitif ne peut être cherché qu'en amont. Un fragment

(1) L'histoire de nos connaissances sur l'extension des étages éocènes entre le bassin de Paris et celui des Flandres est très instructive à cet égard.

de silex rencontré dans la vallée d'une rivière de l'Ardenne prouve, sans objection possible, que la mer crétacée a recouvert les parties élevées du bassin de cette rivière. Si ce caillou de silex est roulé, il a pu arriver dans la région en remontant, poussé sur un plan incliné par les marées d'une mer en transgression et, par le fait même, la présence de ce galet établit l'existence d'une mer tertiaire en ce point.

Puisque c'est du retrait de la mer diestienne que nous faisons dater, dans une grande partie du pays, l'origine du système hydrographique actuel et que c'est sur les sédiments diestiens émergés que se sont établis, dans cette partie, les cours d'eau d'à présent, nous devons chercher à déterminer la surface qu'ont recouverte ces sédiments. Et, tout d'abord, demandons-nous quelle a pu être la limite méridionale extrême de l'extension du Diestien.

§ 3.

Entre le bord oriental du Bas-Boulonnais et le coude de l'Oise près de Guise, la craie forme un relief bien marqué où court la ligne de faîte méridionale du bassin de l'Escaut, c'est-à-dire la séparation du bassin de la mer du Nord d'avec celui de la Manche.

Cette ligne de faîte, dont l'importance n'avait pas échappé à Elie de Beaumont, a été signalée par d'Archiac, dès 1845 (1), comme correspondant, dans sa pensée, à une limite géologique importante et il lui a donné le nom de *ligne de l'Artois*.

D'Archiac arrêtait primitivement l'axe de l'Artois au Catelet ; mais, plus tard, il le prolongea vers Chimay, par la ligne de partage entre le bassin de la Sambre et celui de

(1) *Bull. Soc. géol. de France*, 2e série, vol. II, p. 148, 1845.
Mém. Soc. géol. de France, pl. I, fig. 1, 1846.

l'Oise ([1]) et, en 1861, il lui donna un sens plus étendu encore ([2]).

Dans l'opinion de d'Archiac, l'axe de l'Artois correspondait à un haut fond de la mer crétacée, une crête des terrains primaires, qui expliquait, selon lui, que l'on pût trouver, d'un côté, des couches qui manquaient de l'autre ou s'y présentaient sous des facies différents.

M. N. de Mercey remarqua le premier que l'axe de l'Artois correspond, en certaines régions, à une disposition anticlinale de la craie ([3]). Hébert, à partir de 1872, publia ses travaux classiques sur les ondulations de la craie dans le bassin de Paris. Dans le deuxième de ces mémoires ([4]), il montre que la ligne de partage des eaux de l'Artois, dans la coupe qui passe par Bihucourt, au nord-ouest de Bapaume, correspond à un pli saillant qui ramène à 120 mètres d'altitude la craie à *Micraster cor-testudinarium*. L'illustre professeur de la Sorbonne fait remarquer, en même temps, qu'il ne faut pas confondre ce pli saillant de la craie, correspondant à la ligne de partage des eaux, avec la crête souterraine des terrains anciens qui borde au Sud le bassin houiller, c'est-à-dire avec ce qu'on appelle aujourd'hui la *crête du Condroz* (*Loc. cit.*, p. 585).

Hébert considérait la ligne de partage des eaux comme coïncidant avec un pli saillant unique d'où les couches descendent au Nord en pente rapide vers les Flandres et au Sud vers une dépression parallèle correspondant à la vallée de la Somme. Vers l'Ouest, la région saillante s'ouvre pour entourer le Bas-Boulonnais. La branche nord aboutit au cap Blanc-Nez. Dans son troisième mémoire ([5]) qui est le

([1]) Histoire des progrès de la géologie, t. IV, pp. 141, 279 et 385, 1851.

([2]) Géologie et paléontologie, p. 597, 1886.

([3]) Note sur la craie dans le nord de la France. *Bull. Soc. géol. de France*, 2e série, t. XX, p. 638.

([4]) *Bull. Soc. géol. de France*, 2e série, t. XXIX, p. 583, 1872.

([5]) *Ibid.*, 3e série, t. III, p. 512, 1875.

plus important de ses travaux consacrés aux ondulations du bassin de Paris, Hébert définit comme suit le trajet de l'axe de l'Artois : « Sur la rive droite de la Somme, les » couches se relèvent vers la ligne de partage des eaux » entre la Manche et la mer du Nord. Cette ligne un peu » sinueuse passe à partir de Bihucourt vers le Nord-Ouest : » à Pommier-Ste-Marguerite, entre Doullens et Arras ; à » Avesnes-le-Comte ; à quelques kilomètres au nord-est » de Saint-Pol ; à Sains-lès-Pernes, Fiefs, Prédefin, d'où » elle se dirige au Sud-Ouest sur Crépy, pour reprendre sa » direction nord-ouest en passant un peu au sud de » Fruges, vers Coupelle-Neuve, Herly, Hucqueliers. Elle » vient ainsi aboutir à la partie la plus élevée de la ceinture orientale du Boulonnais (212 m. d'altitude), au-dessus de Lottinghen, où elle se bifurque. Au Sud-Est, » elle se prolonge vers Le Catelet, au nord de Saint-Quentin ».

Nous rappelerons ici que M. L. Cayeux a déterminé d'une façon précise le prolongement de l'anticlinal de Bihucourt entre Bapaume et la région du coude de l'Oise près de Guise ; il correspond exactement à la limite sud du haut bassin de l'Escaut. Il a montré, en outre, que l'axe de l'Artois correspond, dans cette région, à un large bombement divisé en plusieurs plis secondaires [1].

Hébert ajoute, après avoir déterminé le trajet de l'axe comme il vient d'être dit, que ces hauteurs constituent une véritable ligne de faîte *découpée par les inondations quaternaires*. Ceci nous permet de croire que Hébert admettait que les érosions quaternaires ont pu, par place, séparer la ligne de faîte d'avec l'axe du bombement.

En effet, la ligne de partage des eaux, entre Pommier-

[1] Ondulations de la craie de la feuille de Cambrai et rapports de la structure ondulée avec le système hydrographique de cette carte. *Ann. Soc. géol. du Nord*, t. XV, p. 71, 1889-1890.

Sainte-Marguerite et Lottinghen, présente un tracé très sinueux qui, comme l'a montré M. G. Dollfus, est dû à des phénomènes d'érosion régressive.

Il y a, en fait, trois choses à considérer dans ce qu'on appelle l'axe de l'Artois : le plissement des couches, qui aurait dû, s'il avait été seul à agir, déterminer les deux lignes suivantes ; la ligne de faîte orographique et la ligne de partage des eaux que les érosions ont rendues distinctes l'une de l'autre et distinctes du tracé de l'axe anticlinal.

Depuis les travaux de Hébert, le relief de l'Artois a fait l'objet de recherches publiées par MM. Potier, Ch. Barrois, L. Cayeux, Parent, G. Dollfus et Marcel Bertrand. Le bombement topographique, considéré comme répondant à un anticlinal unique par Hébert, comprend, en réalité, plusieurs plis sensiblement parallèles, ce que M. L. Cayeux avait, comme nous venons de le rappeler, établi dès 1889 pour la région des sources de l'Escaut. Depuis lors, l'analyse de ces plis a été poussée très loin par MM. Dollfus et M. Bertrand dans des travaux bien connus.

Mais, au point de vue où nous nous plaçons ici, nous n'avons à considérer l'axe de l'Artois qu'*en bloc* : l'ensemble des hauteurs qui bornent au Sud le bassin des Flandres. Bien que la direction de l'axe, considérée comme ligne de partage des eaux ou comme ligne de faîte orographique, recoupe en plusieurs points le tracé des plis reconnus aujourd'hui, nous donnons à l'expression d'axe de l'Artois ou, plutôt, de *crête de l'Artois*, un sens voisin de celui que lui attribuaient d'Archiac et Hébert, mais en la considérant plutôt comme *crête orographique*, c'est-à-dire comme la ligne qui réunit les points les plus élevés situés aux confins des bassins de la Manche et de la mer du Nord, que comme la ligne précise du partage des eaux entre ces deux bassins. En effet, celle-ci a pu être reportée tantôt au

nord, tantôt au sud de la crête orographique, par des phénomènes d'érosion régressive.

En somme la crête de l'Artois, telle que nous la comprenons ici, est la zone, délimitée sur une carte de M. G. Dollfus (¹), où la craie se maintient à une altitude supérieure à 140 mètres. La ligne de partage des eaux s'y trouve comprise, tout entière, abstraction faite de quelques emprises, peu importantes d'ailleurs. La crête part de Wassigny et rejoint, près de Desvres, la bordure du Bas-Boulonnais.

Cela étant, quel est le prolongement oriental de la crête de l'Artois, son équivalent morphologique dans la région ardennaise ?

La réponse à cette question est très simple si l'on admet que la craie supérieure s'est étendue sur tout le massif ardennais et qu'elle en a été enlevée, presque partout, par les dénudations pré-tertiaires. Ce sont deux principes que l'on doit accepter, si l'on consent à faire dire aux faits simplement ce qu'ils peuvent dire, sans chercher d'explication détournée.

La *forme* du relief des *plateaux* de l'Ardenne (nous faisons abstraction des vallées, qui sont d'âge tertiaire ou post-tertiaire), les rapports des parties saillantes et des parties blus basses, n'ont pas sensiblement changé depuis la dénudation qui les a débarrassées de leur manteau crétacé.

Dès lors, demandons-nous où serait la saillie crayeuse qui continuerait vers l'Est la zone élevée de l'Artois, si cette dénudation ne s'était pas faite.

Elle serait, évidemment, superposée à la crête orographique principale de l'Ardenne. En d'autres termes, à

(¹) Recherches sur les ondulations des couches tertiaires dans le bassin de Paris. *Bull. des Serv. de la Carte géol. de France*, n° 14, juillet 1890, pl. I.

partir de Wassigny, elle suivrait jusque près de Rocroi, comme le comprenait d'Archiac, la ligne de partage des eaux de la Sambre et de l'Oise; puis, traversant la Meuse près de Revin, elle continuerait par Willerzie, Saint-Hubert, la Baraque-Fraiture, la Baraque-Michel et le signal de Botranche.

Nous considérons l'axe de l'Artois et son prolongement ardennais, tels qu'ils viennent d'être déterminés, comme constituant la limite extrême qui *a pu* être atteinte par la transgression diestienne.

§ 4.

Demandons-nous, maintenant, quelle est, en réalité, la limite méridionale de l'extension primitive des sédiments diestiens,

L'étage diestien s'étend en une nappe continue, affleurant directement ou recouverte d'assises pliocènes plus récentes, au nord d'une ligne droite qui joint Maestricht à Heyst. En plusieurs endroits, il n'atteint pas cette ligne; mais, vers Hasselt et Aerschot, il la dépasse et pousse vers le Sud-Ouest une pointe qui, interrompue par la vallée de la Dyle à hauteur de Louvain, se continue au-delà de cette rivière en couronnant les collines de l'ouest de Louvain jusque près de Saventhem.

Au sud de cette région, le Diestien n'existe plus qu'en plaques d'étendue très restreinte, surmontant quelques hauteurs, ou en chapeaux coiffant des collines, groupées ou isolées, disséminées de l'Est à l'Ouest, du Mont-de-Castre, près de Lennick, jusqu'au Mont-Cassel et aux Noires-Mottes, au sud de Calais, et dont le point extrême, vers le Sud, est le Mont-de-la-Trinité, près de Tournai.

Si nous réunissons les points les plus méridionaux où le Diestien existe en place sur le continent, nous obtenons une ligne qui, partant des Noires-Mottes, au-dessus du

cap Blanc-Nez, passe par Cassel, le Mont-Kemmel, le Mont-de-la-Trinité, le Pottelberg, Grammont, le Zavelberg, le Mont-de-Castre, Moorsel et Corbeek-Loo. Il n'est plus nécessaire aujourd'hui de démontrer que l'étage s'est autrefois étendu en nappe continue jusque cette ligne; mais cette dernière n'est évidemment que la limite minimum de l'extension primitive du Diestien. Jusqu'où doit-on la reporter vers le Sud pour avoir la limite réelle de cette extension ?

Quand, du sommet du Mont-de-la-Trinité, où la base du Diestien est à la cote 145, on regarde, dans le Nord-Est, les hauteurs qui avoisinent Renaix, on se représente aisément la topographie du pays à l'époque où le Diestien et les assises éocènes, non encore dénudés, augmentaient d'environ 100 mètres l'altitude moyenne du sol.

Si, de ce point élevé (cote 149), l'on jette les yeux vers le Sud, on domine une vaste plaine à peine ondulée [1] à laquelle fait suite un relèvement très lent du pays.

Ce relèvement correspond à la région crayeuse du Cambrésis d'où descendent les branches supérieures de l'Escaut et que limite la partie de l'axe de l'Artois qui sépare le bassin de l'Escaut de ceux de l'Oise et de la Somme.

Le point le plus élevé de cette ligne de faîte, aux abords du méridien de Tournai, ne dépasse que de quelques mètres la cote du sommet du Mont-de-la-Trinité (cote 156 près de Fresnoy-le-Grand).

La plaine du haut Escaut et sa continuation méridionale dans les bassins de l'Oise et de la haute Somme ne présentent au-dessus de la craie que des lambeaux disséminés de terrain landénien. Mais c'est précisément droit au sud du Mont-de-la-Trinité, à proximité de la ligne de faîte de l'Escaut, que M. Leriche a découvert, non loin de Bohain,

[1] Au Sud-Ouest, on voit la colline de Mons-en-Pévèle (107 m) qui est une butte yprésienne.

des vestiges de l'étage yprésien (voir p. M 312). On sait, en outre, que cette région est parsemée de débris de l'assise à *Nummulites lævigata* et, enfin, c'est à peu de distance à l'Est que M. Leriche vient de trouver *in situ* des témoins de l'existence du Bruxellien (voir p. M 313).

Le prolongement primitif des assises éocènes du Mont-de-la-Trinité dans la direction du Sud jusque dans le bassin de Paris n'est donc plus mise en doute aujourd'hui [1].

Pourquoi, dès lors, placerait-on à quelques centaines de mètres au sud du Mont-de-la-Trinité la limite méridionale de l'extension du Diestien, alors que la base de cet étage, voisine du sommet de la colline (à 145 mètres), domine de 100 mètres en moyenne toute la plaine qui s'étend au Sud et n'est dépassée que par les parties les plus élevées de la ligne de faîte de l'Escaut ?

Nous ne voulons pas prétendre que la transgression pliocène se soit étendue par-dessus l'Eocène jusque dans le bassin de Paris. Nous sommes d'avis, au contraire, qu'elle n'a jamais dépassé la crête de l'Artois. Mais le but de ce paragraphe est précisément d'essayer de montrer que le Diestien s'est étendu primitivement jusque dans le voisinage de cette ligne de hauteurs.

Le caractère le plus constant du Diestien des Flandres, est l'abondance des galets de silex répartis en plusieurs niveaux dans sa partie inférieure. Où la mer diestienne aurait-elle pris ces cailloux, si ce n'est à une côte crayeuse, et quelle est la région crayeuse qui a pu former, au sud des Flandres, la limite de la mer diestienne, si ce n'est la crête de l'Artois ?

Ce ne peut être à aucun des étages éocènes sous-jacents, sauf peut-être, pour une petite part, à la base du Landé-

[1] Voir, entre autres : J. Gosselet. Coup d'œil sur le calcaire grossier du nord du bassin de Paris. Sa comparaison avec les terrains de Cassel et de la Belgique. *Ann. Soc. géol. du Nord*, t. XXIII, p. 160, 1895.

nien. Il est vraisemblable que certains cailloux diestiens sont des cailloux remaniés de la base du Landénien ; mais l'altitude du Diestien dans les collines de la Flandre montre que la mer pliocène n'a pu rencontrer la base du Landénien qu'à un niveau déjà bien voisin de la crête de l'Artois.

A l'époque où la transgression du Pliocène inférieur, succédant à une longue période continentale, est parvenue au sud des Flandres, la dénudation avait déjà fait disparaître la plus grande partie du revêtement éocène de la crête de l'Artois et si la mer a pu remanier quelques cailloux landéniens, c'est surtout aux silex de la craie et de l'argile à silex qui en dérive qu'elle a emprunté les éléments de ses abondants cailloutis.

Transportons-nous maintenant au Mont-Cassel, la plus occidentale et à peu près la plus élevée (157 mètres) des collines de la Flandre française. A peu près sur une même ligne ouest-est, entre Cassel et Messines, s'alignent successivement, en France, le Mont-des-Chats (158 mètres), le Mont-de-Boschepe (137 mètres), le Mont-Noir (131 mètres) puis, en Belgique, le Mont-Vidaigne (136 mètres), le Mont-Rouge (140 mètres), le Mont-Aigu ou Scherpenberg (130 mètres) et le Mont-Kemmel (156 mètres).

Le Diestien coiffe toutes ces collines et sa base s'élève d'une façon constante de l'Est à l'Ouest, depuis le Mont-Kemmel, où elle est à la cote d'environ 135, jusqu'au Mont-Cassel où elle est à 143 mètres. Ce n'est toutefois pas dans ce sens qu'est dirigée la ligne de plus grande pente. D'après ce qu'on peut conclure de la comparaison des diverses collines, l'inclinaison se fait vers le Nord-Nord-Est.

Le Mont-Cassel domine une plaine constituée par l'argile yprésienne et offre, sur ses flancs, une série très com-

plète de terrains, dont la coupe est devenue classique, depuis l'Yprésien inférieur jusqu'au Pliocène diestien.

Au sud de Cassel, l'argile yprésienne se relève et, à partir de la Lys, laisse apparaître le Landénien qui ne forme là qu'une bande étroite. Immédiatement apparaît la craie et le pays se relève rapidement pour présenter, à la limite des bassins de la Lys et de la Canche, des cotes de 154, 162 mètres, etc. Le plateau crayeux augmente d'altitude à mesure qu'on s'avance vers le Boulonnais et arrive à 211 mètres au-dessus de Desvres.

Il n'existe aucune raison pour croire que le Diestien, qui a sa base à 143 mètres au Mont-Cassel, n'a jamais dépassé ce point vers le Sud. Il est probable, il est certain même, qu'il s'est étendu, sur les pentes crayeuses qui mènent à la crête de l'Artois, jusqu'à une limite qu'il n'est pas possible, pour le moment, de préciser. C'est la craie de l'Artois qui lui a fourni le silex de ses galets. Le fort relèvement vers le Sud-Sud-Ouest que présente l'étage dans les collines de la Flandre française et de la West-Flandre belge a vraisemblablement dû se continuer au-delà de Cassel et amener autrefois le littoral diestien au voisinage de la crête de l'Artois [1].

A 18 kilomètres à l'ouest de Cassel, sur la rive droite de l'Aa, en aval de Saint-Omer, se trouvent les petites collines de Watten dont la plus élevée (72 mètres) est surmontée de sables ferrugineux diestiens remaniés. Ce point n'est plus qu'à 6 kilomètres des premiers affleurements de craie.

Plus à l'Ouest encore, nous atteignons les buttes des Noires-Mottes surmontant le massif crayeux du cap Blanc-Nez. Ici, la preuve de la disposition transgressive est nette : le Diestien repose sur la craie à silex.

(1) Le relèvement du Tertiaire paraît même s'accentuer au sud de Cassel, par suite de l'affaissement général du bassin des Flandres.

L'altitude des témoins pliocènes des Noires-Mottes peut paraître anormale ; elle n'arrive pas à 143 mètres, c'est-à-dire qu'il semblerait, d'après cela, que le relèvement général vers le Sud-Ouest, constaté dans la Flandre, ne se poursuit pas jusqu'ici. Nous allons revenir sur ce point.

Terminons cette revue des *outliers* les plus méridionaux des sables ferrugineux diestiens, en rappelant leur présence, également sur la craie, à plus de 200 mètres d'altitude, à Lenham (Kent) entre Maidstone et Ashford, sur la crête des North-Downs. Ils ont fourni, dans cette région, une faunule d'espèces du Coralline-crag. Cette donnée, jointe à la trouvaille de *Terebratula perforata (T. grandis*) entre Courtrai et Menin, justifient suffisamment le classement dans le Diestien des sables ferrugineux des Flandres et des Noires-Mottes. [1]

L'altitude relativement faible et anormale des lambeaux diestiens des Noires-Mottes ne peut être primitive et elle doit être attribuée à une dissolution sur place de la craie sous-jacente. D'autre part, l'examen que nous avons eu l'occasion de faire à trois reprises différentes de ces collines diestiennes nous a donné la preuve que ces sables ferrugineux ne sont pas en place. Ils reposent sur la craie par une surface très inclinée et paraissent avoir subi une descente d'ensemble assez importante.

Quoi qu'il en soit, le Diestien des Noires-Mottes se trouve, en quelque sorte, sur la crête de l'Artois ou du moins sur la branche septentrionale de cette crête, selon Hébert [2].

(1) E. Van den Broeck. Note sur un nouveau gisement de la *Terebratula grandis*, Blum., avec une carte de l'extension primitive des dépôts pliocènes marins en Belgique. *Bull. Soc. belge de géol.*, t. I, p. 49, 1887.

(2) On comprend, par ce qui précède, que les Noires-Mottes ne sont pas les homologues des collines tertiaires des Flandres.

Supposons que la base des sables ferrugineux s'y trouve à 140 mètres. Pour retrouver un point de même altitude au sud-ouest de Cassel, nous devons aller jusqu'au plateau qui borde à l'Est la vallée de la Lys, entre Dennebrœucq et Thérouanne, c'est-à-dire à 5 ou 6 kilomètres de l'axe de l'Artois.

Au sud du Mont-de-la-Trinité, nous ne trouverons un point équivalent qu'au sud du Catelet, en plein sur la crête de l'Artois (cote 142).

Mais le Diestien, étant déjà à 143 mètres à Cassel et à 145 mètres au Mont-de-la-Trinité, a dû nécessairement se relever encore vers le Sud.

Si, en outre, nous prenons la cote du Diestien à Lenham (plus de 200), à laquelle a pu être égale la base des sables ferrugineux au nord du Boulonnais, nous arrivons à une altitude dépassant presque partout la hauteur actuelle de la crête de l'Artois.

Comme, d'autre part, il n'existe aucun vestige de Pliocène diestien, ni même de Pliocène marin en général, dans le bassin de Paris, il faut admettre que, depuis l'époque diestienne, la crête de l'Artois a perdu une notable partie de sa hauteur car, dans son état actuel, elle eût été franchie par la mer du Pliocène inférieur.

Ce serait donc ici l'endroit de faire intervenir, une fois de plus, des mouvements du sol et d'admettre que la crête s'est affaissée depuis le Diestien [1].

Nous interprétons les choses plus simplement et nous voyons, dans la dépression de l'altitude de l'axe de l'Artois, un effet de la dénudation subaérienne de la craie par le ruissellement et, surtout, par la dissolution chimique sur place. L'argile à silex, qui offre une si grande extension dans la région de la crête de l'Artois, est un témoin de

[1] Au contraire, M. G. Dollfus admet que la crête s'est accentuée à l'époque pliocène.

cette dénudation chimique. Elle se présente dans des conditions de gisement qui montrent qu'elle s'est formée aussi bien sous les sables landéniens que sur les surfaces où la craie affleurait directement. Les « phosphates riches » du Cambrésis et de la Picardie sont aussi des produits de phénomènes du même genre.

Si nous rendions à la crête de l'Artois le revêtement d'assises éocènes (du Landénien à l'Asschien) qu'elle a dû porter autrefois, nous obtiendrions un relief plus que suffisant pour servir de rivage à la mer diestienne ; mais nous venons de voir qu'à l'époque pliocène inférieure, la dénudation de ce revêtement éocène était déjà très avancée.

§ 5.

Nous avons, plus haut, déterminé comme limite minimum de l'extension du Diestien, la ligne allant des Noires-Mottes à Corbeek-Loo, par Cassel, le Mont-de-la-Trinité, etc., et se continuant plus à l'Est, jusque près de la Meuse, le long de la limite de la nappe continue formée par l'étage.

Comme limite maximum, nous avons fixé la crête de l'Artois et son prolongement ardennais.

Entre la ligne qui va des Noires-Mottes à Corbeek-Loo et la droite qui joint Maestricht à Heyst, le Diestien n'existe plus qu'en lambeaux isolés couronnant des hauteurs. Cependant, on ne considère pas comme douteux qu'il se soit autrefois étendu sur toute cette surface. Il en a été enlevé, sauf en quelques points, par la dénudation qui a abaissé considérablement la surface de notre région tertiaire, mais il a laissé, disséminés partout, de nombreux témoins de sa présence.

Ces témoins dont nous parlons sont : 1° des blocs de grès ferrugineux ; 2° des cailloux roulés de silex emprunté à la craie, qui se rencontrent à divers niveaux dans le Diestien en place et possèdent des caractères ne permettant pas de

les confondre avec d'autres éléments analogues, quand on les rencontre isolément ; 3° des cailloux roulés de quartz, laiteux ou demi-hyalin et de quartzite, généralement de petite taille.

E. Delvaux, dans un mémoire publié dans nos *Annales* (1), nous a appris à reconnaître les cailloux roulés de silex diestiens et, avec beaucoup de logique, nous a montré les conclusions que l'on doit tirer de leur présence quand on les rencontre en dehors de leur gisement. Après les avoir décrits en place, en choisissant comme exemple les gravières du Pottelberg, près de Flobecq, il les montre, sur les collines de Saint-Sauveur, reposant en grandes quantités sur des surfaces d'où les sables diestiens ont été balayés par le ruissellement, tandis que les galets, dont le transport eût exigé des courants violents, n'ont fait que descendre verticalement ; puis il nous fait comprendre que les cailloux roulés semblables que l'on trouve disséminés sur les pentes, dans le fond des vallées, remaniés dans les cailloutis pleistocènes, etc., ont absolument la même origine.

Or, ces cailloux diestiens si caractéristiques se rencontrent bien au sud de la ligne des Noires-Mottes à Corbeek-Loo, que nous avons prise comme limite minimum de la transgression diestienne.

Nous n'avons pu les chercher partout, mais nous les avons trouvés partout où nous les avons cherchés entre la ligne en question et l'Entre-Sambre-et-Meuse.

On les rencontre surtout dans les cailloutis des diverses subdivisions du Pleistocène, qu'ils constituent parfois presque exclusivement, ou bien disséminés sur le haut des collines les plus élevées, sur les plateaux, les pentes, enfouis dans les éboulis, les dépôts limoneux des talus, etc.

(1) E. Delvaux. Nature et origine des éléments caillouteux quaternaires qui s'étendent en nappes sur les plateaux de la Belgique occidentale. *Annales Soc. géol. de Belgique*, t. XIX, 1891-1892.

Nous tenons à dire ici que nous ne les confondons pas avec les cailloux de la base du Landénien en compagnie desquels on les trouve parfois, mais dont il est, dans presque tous les cas, facile de les distinguer. (1)

Ces cailloux ne peuvent être, non plus, confondus avec des cailloux pleistocènes, pour la raison très simple qu'il n'y a pas, en dehors des vallées des grands cours d'eau, de cailloux roulés propres au Pleistocène et que ceux qu'il renferme sont précisément des cailloux tertiaires remaniés, diestiens ou landéniens.

Le temps ne nous a pas permis de rechercher, d'une façon méthodique les limites de l'aire occupée par les cailloux provenant de la dénudation du Diestien, mais nous avons pu les recueillir en un grand nombre de points isolés et nous avons ainsi acquis la preuve que la mer diestienne a dépassé, vers le Sud, la ligne qui correspond aujourd'hui à la vallée de la Sambre. On doit, en effet, admettre que, depuis l'époque où a commencé la dénudation du Diestien, ces cailloux n'ont pu que s'affaisser sur place et glisser sur les pentes sous l'influence du ruissellement ou bien cheminer vers le Nord, entraînés par des cours d'eau. On comprend aussi que, par suite de cette tendance au transport vers le Nord, ils doivent devenir de plus en plus rares à mesure qu'on s'avance vers le Sud et qu'il est difficile, sinon impossible, de déterminer la limite extrême qu'ils ont atteinte dans cette direction.

(1) La base du Landénien présente deux sortes de cailloux : 1° des cailloux empruntés au sol, secondaire ou primaire, sous-jacent ; ils sont peu roulés, corrodés, cariés, verdis à la surface, souvent très volumineux. Ce sont, selon l'expression de M. le baron O. van Ertborn, des *cailloux de dénudation* ; 2° de petits galets avellanaires, rarement ovulaires, parfaitement roulés, de silex noirâtre, polis ou chagrinés à la surface, non verdis. Ils se rencontrent généralement partout, quelle que soit la nature du substratum. Alors que les premiers sont des éléments *locaux*, n'ayant guère voyagé que verticalement, ceux-ci ont été semés par la mer landénienne envahissant nos régions. Nous pouvons les appeler des *cailloux de transgression*.

Sur le territoire français, M. Leriche a trouvé ces cailloux dans la vallée de l'Escaut en amont de Valenciennes et dans la vallée de la Scarpe en aval de Douai. M. Briquet, de son côté, les a rencontrés dans celle de la haute Scarpe, ce qui nous rapproche déjà singulièrement de l'axe de l'Artois. [1]

Les cailloux diestiens se rencontrent en abondance sur le sommet, dépourvu de Pleistocène, du Mont-Panisel, près de Mons (cote 107), où l'on trouve aussi, comme on le sait, des fragments roulés de grès à *Nummulites lævigata*. A propos de ces cailloux de silex, il est intéressant de rappeler que leur signification, à part la question de leur âge exact, avait été comprise, dès 1874, par M. de Lapparent, lors de la mémorable excursion de la Société géologique de France dans le Hainaut. « Quant aux petits galets de » quartz orangé (*i. e.* de silex) qu'on recueille sur le som- » met du Panisel, » dit le compte-rendu, « M. de Lapparent » hésite beaucoup à accepter leur origine diluvienne. Il » voudrait, auparavant, être sûr qu'il n'existe nulle part » en Belgique, au-dessus du Panisélien, une formation » éocène contenant des galets, etc. » [2]

La seule formation tertiaire supérieure au Panisélien qui renferme de tels galets est le Diestien.

Les mêmes cailloux se rencontrent, plus nombreux encore, sur la colline basse de l'Eribut, à l'ouest du Mont-Panisel, où le Pleistocène fait aussi défaut. Ils ne manquent nulle part dans le Pleistocène du bassin de la Haine et, en certains points, ils y sont accumulés en grande quantité. Il en est ainsi, notamment, aux exploitations de sables pleistocènes du Chemin du Canon, à Mons, où l'on voit encore des coupes que nous avons décrites en détail ailleurs [3]. Les galets diestiens s'y rencontrent à la base

(1) Nous devons ces renseignements à l'obligeance de M. Leriche.
(2) *Bull. Soc. géol. de France*, 3e série, t. II, p. 30, 1874.
(3) *Bull. Soc. belge de Géol.*, t. XII, *Mém.*, pp. 241-267, 1898.

des deux niveaux sableux qui constituent le Pleistocène du nord de la vallée de la Haine et on peut trouver, en cet endroit, tous les types décrits par Delvaux au Pottelberg. Nous avons récemment trouvé, dans le cailloutis inférieur du Chemin du Canon, une grande plaque d'un grès ferrugineux brun rouge, absolument identique à celui des collines de Renaix. La présence de cette roche si spéciale, en compagnie de cailloux de silex fortement patinés, cacholonisés, craquelés à la surface, parfois rouge vif ou jaune ambré, etc., permet certainement d'y voir un témoin de l'existence du Diestien dans la région de Mons.

Dans la partie supérieure du bassin de la Haine, aux confins de celui de la Sambre, le Diestien a laissé comme vestiges les « cailloux roulés de silex dont la grosseur » peut aller jusqu'à celle d'un œuf, souvent altérés et, » dans ce cas, de couleur ambrée ou rouge, quelquefois » grise à l'intérieur, fortement patinés et d'apparence craquelée, parfois brisés et sans patine à la cassure », signalés par Briart (1) à la base du limon des hauts plateaux et à propos desquels il dit : « Il n'est pas possible » d'assigner une date bien précise à l'arrivée et à la dispersion de ces cailloux roulés ni de dire par quelle suite » de phénomènes ils ont été répandus aussi uniformément » sur les hauts plateaux. Peut-être sont-ils *d'âge pliocène*, » comme le pense M. Dewalque. » (2)

Quelques lignes plus bas, parlant des diluviums de la base du limon des plaines moyennes, Briart ajoute : « Ces » diluviums renferment souvent, principalement à la base, » des cailloux roulés de silex provenant du remaniement » des cailloux des hauts plateaux. Parfois aussi, on en » remarque des lits assez épais qui appartiennent bien

(1) Etude sur les limons hesbayens et les temps quaternaires en Belgique. *Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. XIX, *Mém.*, pp. 29-30, 1892.

(2) *Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. XVII, p. LXXXIII, 20 juillet 1890.

» à la formation et que l'on a souvent confondus avec les » premiers. »

Si nous franchissons la Sambre, nous trouvons les mêmes cailloux roulés de silex, avec les caractères qu'ils présentent depuis les collines de Renaix, disposés en traînées sur les plateaux de l'Entre-Sambre-et-Meuse, jusqu'à une limite méridionale que nous ne connaissons pas.

M. L. Bayet, à qui les moindres détails de la géologie de cette contrée sont si familiers, a bien voulu nous procurer des renseignements sur ce sujet. Mais il ne partage pas notre opinion quant à l'âge de ces cailloux.

Pour notre savant confrère, ils proviennent des graviers littoraux des mers landénienne et bruxellienne.

Cependant, nous venons de les voir, au nord de la Sambre, reposer, à la base du limon, sur le Bruxellien. Ils y sont donc plus récents que cet étage et ne peuvent être rangés que dans le Pliocène. Cela étant, peut-on admettre que leur signification change d'une rive de la Sambre à l'autre ? Si l'on admet que ces galets de silex, de caractères si constants, sont d'âge diestien sur les collines des Flandres, sur le haut du Mont-Panisel, sur le plateau d'Anderlues, pourquoi ne le seraient-ils plus dès qu'on a franchi la Sambre ?

Mais que deviennent, vers l'Est, les nappes de cailloux roulés de silex de l'Entre-Sambre-et-Meuse ?

« A l'est d'un méridien passant à peu près par Walcourt », nous écrit M. Bayet, « les *cailloux roulés de quartz blanc* » amenés de l'Ardenne, ainsi que les cherts roulés du » Carbonifère, apparaissent et *se mêlent aux nappes de* » *cailloux de silex.* »

Nous avons déjà parlé de ces cailloux roulés de quartz blanc. Ce sont ceux qui sont notés *Onx* sur la Carte géologique au 40 000ᵉ.

En consultant cette carte, nous voyons, en effet, les amas et les traînées de cailloux de quartz *Onx* commencer à se montrer à l'est de l'Eau-d'Heure ; ils règnent désormais dans la partie orientale de l'Entre-Sambre-et-Meuse. dans le Condroz, une partie de l'Ardenne, et au nord de la Sambre-Meuse, entre Suarlée et Liége. Les cailloux roulés de silex deviennent de plus en plus rares ou sont tout à fait absents.

Ces faits nous ont amené à nous demander si ces cailloux roulés de quartz blanc laiteux, bien arrondis, globuleux, parfois presque sphériques, peu volumineux (en général avellanaires) accompagnés de cailloux roulés de quartzite, de grès blanc, de cherts oolithiques, etc. qui sont les plus caractéristiques des dépôts *Onx*, ne pourraient pas être les représentants des cailloux de silex diestiens dans la région primaire du pays. Les cailloux *Onx*, avec les sables blancs qui les accompagnent, seraient le facies condrusien, famennien, ardennais même, des cailloux de silex patinés, craquelés, etc., que nous avons suivis depuis Renaix jusque dans l'Entre-Sambre-et-Meuse et qu'ils remplacent, pour ainsi dire, d'une façon graduelle, à partir de l'Eau-d'Heure. Il est très compréhensible que la mer diestienne ait, sur son rivage, façonné des galets de silex là où sa côte était crayeuse et qu'elle ait déposé des cailloux de quartz dans la région où existaient des affleurements primaires et où, plutôt, elle recevait du Sud des cours d'eau qui lui amenaient ces éléments.

Nous savons d'ailleurs que les petits cailloux de quartz blanc laiteux, de quartzite, etc. sont loin de faire défaut dans les graviers diestiens des collines flamandes [1] et on en rencontre çà et là parmi les cailloux diestiens disséminés en dehors de leur gisement.

[1] E. DELVAUX. *Annales Soc. géol. de Belgique*, t. XII, pp. LXXXVIII, etc , 1883-1884 et t. XIX, pp. 224, etc., 1891-1892.

27 JUIN 1904.

Les « allures ravinantes et fluviales » considérées comme caractéristiques des cailloux *Onx* ne peuvent être que secondaires. Ces cailloux, qui se présentent en amas et en traînées ayant parfois 5, 6 et 7 mètres d'épaisseur, sont, d'ordinaire, admirablement *calibrés* ; l'uniformité des dimensions de ces petits galets est frappante. Or, c'est bien là un caractère des graviers marins. Les graviers fluviaux, tels ceux de la Meuse actuelle, sont aussi variés par les dimensions des éléments que par leur nature pétrographique. La vague et la marée opèrent, sur le rivage de la mer, une séparation mécanique des cailloux d'après leur densité et leurs dimensions. Dans les cours d'eau rapides, au contraire, tous les éléments susceptibles d'être entraînés sont roulés pêle-mêle et les séparations mécaniques par densité et par dimension qui peuvent se faire ça et là, en certains endroits du lit, ne sont jamais que *locales* et *provisoires* ; la crue la plus proche viendra les déranger. C'est pourquoi un gravier fluvial est toujours facile à reconnaître, non seulement à ses allures ravinantes, mais surtout à la variété des dimensions des éléments. Un gravier à cailloux uniformes n'a pu acquérir des allures ravinantes que par remaniement.

Tels sont certains graviers du Pleistocène inférieur, exclusivement formés de cailloux de silex diestiens remaniés. Ce ne sont pas les courants qui ont donné ces allures fluviales aux cailloutis de silex, qui en ont roulé, façonné les éléments. Ils n'ont fait que reprendre et mêler des galets arrondis et classés par la mer.

Nous tendons donc à considérer les cailloux de quartz *Onx* et les sables blancs qui les accompagnent comme représentant le Diestien dans le sud-est de la Belgique.

Cette manière de voir n'est, du reste, pas absolument neuve. M. E. Van den Broeck, qui range aujourd'hui ces

éléments dans l'Oligocène, les a, pendant quelque temps, considérés comme pliocènes [1]. Tel est aussi l'avis de M. G. Velge qui les classe, toutefois, au-dessus du Diestien, dans le Pliocène le plus récent [2]. Nous croyons savoir, en outre, que notre opinion est aussi celle de MM. Lohest et Forir.

Nous n'avons pas eu l'occasion de rechercher les vestiges de l'extension du Diestien entre la Meuse et la limite sud de l'extension actuelle de l'étage dans le Limbourg et le Brabant oriental. Nous rappelerons, à ce propos, que M. le baron O. van Ertborn [3] a démontré l'âge diestien des curieux blocs de grès qui se rencontrent à l'état isolé dans la région du sud du Démer, le bassin de la Herck, etc. et qui ont été signalés depuis longtemps par E. Delvaux et M. E. Van den Broeck. Ces blocs existent aussi dans le bassin du Geer [4], ce qui nous rapproche déjà beaucoup de la région des sables blancs et des cailloux *Onx*.

§ 6.

Au début de la période pliocène, la mer opéra, dans nos pays, un mouvement de transgression vers le Sud. L'invasion dut se faire d'une façon assez rapide car, dans le nord de la Belgique, c'est une surface très accidentée que recouvrent les sables diestiens [5]. Ce n'est donc pas une pénéplaine qu'envahirent les eaux de la mer pliocène et l'*abrasion* marine n'alla pas non plus jusqu'à régulariser les terrains conquis.

La mer en progrès recouvrit successivement un sol

(1) *Bull. Soc. belge de géol.*, t. III, *Proc.-verb.*, p. 411, 1889.

(2) G. Velge. Le sable tertiaire de la province de Namur et le sable de Moll. *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXV, p. 49, 1897-1898,

(3) *Bull. Soc. belge de géol.*, t. XVI, *Mém.*, pp. 65, etc., 1902.

(4) E. Van den Broeck. *Bull. Soc. belge de géol*, t. XIV, *Proc.-verb.*, p. 294, 1900.

(5) E. Van den Broeck. *Bull. Soc. belge de géol.*, t. I, p. 49, 1887.

miocène, oligocène et éocène, effaçant, par l'accumulation de ses sables, les tracés hydrographiques existants. Elle arriva bientôt sur des régions où la dénudation, commencée dès la fin de l'Oligocène ou de l'Eocène, avait mis à nu un sous-sol crétacique et avait même, dans la région ardennaise, fait reparaître le substratum primaire.

Comme nous venons de le voir, il est difficile, sinon impossible, de tracer avec quelque précision la limite méridionale de l'extension des sédiments diestiens, c'est-à-dire de fixer les points extrêmes atteints par la mer du Pliocène inférieur. Nous savons de source certaine que cette mer a recouvert la plus grande partie de la portion occidentale du bassin actuel de l'Escaut, de même que toute la région voisine de la côte actuelle. Sa limite méridionale était peu éloignée de la crête de l'Artois.

Nous savons aussi que, dépassant vers le Sud la région des sources de la Haine, elle s'est avancée jusque dans l'Entre-Sambre-et-Meuse. A l'est du méridien de Namur, elle a très probablement franchi vers le Sud la ligne que suit aujourd'hui la Meuse entre Namur et Liége.

L'extension de la mer diestienne jusqu'à la crête crayeuse de l'Artois, beaucoup plus élevée qu'elle ne l'est aujourd'hui, peut se déduire, comme nous l'avons vu, de considérations pour ainsi dire géométriques et si l'on accepte cette donnée, on doit admettre aussi qu'elle a dû se rapprocher beaucoup du prolongement ardennais de cette crête (voir chap. V, § 3).

La limite ainsi déterminée n'a été atteinte nulle part et c'est probablement dans la région ardennaise que le littoral diestien en est resté le plus éloigné. Par conséquent, dans cette région, il existe des tronçons de rivières, plus ou moins importants, datant les uns du retrait de la mer miocène, les autres de la régression oligocène, d'autres enfin pouvant être considérés comme remontant aussi loin que le retrait de la mer landénienne.

Dans la région de l'Artois, l'invasion diestienne avait réduit les rivières à des troncs très courts, d'âge post-éocène.

L'existence des cailloux roulés en une série de niveaux répartis dans la partie inférieure du Diestien, de même que la nature de beaucoup de ces cailloux, blanchis, cacholonisés, craquelés par une longue exposition à l'air, font supposer que la transgression s'opéra en plusieurs saccades entre lesquelles s'intercalèrent des retraits momentanés. Mais les documents nous manquent pour approfondir cette question qui, d'ailleurs, ne nous intéresse que secondairement.

Ce qui est certain, c'est qu'après avoir atteint son maximum d'extension, la mer recula vers le Nord et abandonna définitivement aux érosions continentales la plus grande partie des territoires belges actuels.

Dans la région du nord-est de la Belgique, où il s'est conservé en nappe continue, le Diestien présente, dans le méridien d'Anvers, une inclinaison vers N. 25° E. environ. A l'est d'Anvers, la ligne de plus grande pente se rapproche de plus en plus de la ligne nord-sud et elle y arrive dans le méridien d'Aerschot (1).

D'autre part, si l'on rétablit par la pensée la nappe diestienne dans la région occidentale du pays, les cotes où l'on en voit la base, vers le haut des collines flamandes, permettent aussi de lui donner une inclinaison très voisine de N. 25° E.

Dans l'état actuel des choses, cette inclinaison NNE. de la base du Diestien se fait sous un angle assez prononcé. Ainsi, au voisinage de l'Escaut, nous trouvons cette base à 145 mètres au Mont-de-la-Trinité, à 125 mètres au Mont-de-

(1) Nous devons ces données sur l'allure du Diestien à notre aimable et savant confrère, M. le baron O. van Ertborn.

l'Enclus et à 30 mètres environ au sommet de la colline St-Pierre, à Gand ([1]). Ces chiffres nous donnent, entre le Mont-de-la-Trinité et Gand, une pente kilométrique moyenne de $\frac{145-30}{48} = 2^{m}.39$. Mais on ne doit pas oublier que, par suite de l'affaissement continu de la région des Pays-Bas, qui a permis à la mer pliocène de faire, après la régression diestienne, plusieurs retours offensifs vers le Sud et d'accumuler de nouveaux sédiments sur le Diestien, l'inclinaison de la base de l'étage est aujourd'hui plus prononcée qu'elle ne le fut primitivement. En outre, l'épaisseur de la nappe diestienne augmente assez rapidement vers le Nord. Il en résulte que la surface que la mer diestienne en retraite abandonnait derrière elle présentait une inclinaison certainement inférieure à celle que nous venons de mesurer entre Tournai et Gand.

Le sens dans lequel se fait actuellement l'inclinaison du Diestien dans les Flandres, la province d'Anvers et le Limbourg, montre que les isohypses des surfaces émergées devaient, dans la majeure partie du pays, présenter une orientation de WNW. à ESE., avec une tendance à se rapprocher de la direction E. à W., à mesure qu'on s'avance vers l'Est. Ces courbes de niveau étaient ainsi sensiblement concentriques à l'axe de l'Artois prolongé par la crête principale de l'Ardenne.

Les lignes de plus grande pente, perpendiculaires à ces courbes, avaient donc, dans l'Ouest, une direction voisine de SSW. à NNE. et, en marchant vers l'Est, se rapprochaient graduellement de la direction S. à N., sans cependant y arriver tout à fait.

C'est selon ces lignes de plus grande pente que les

([1]) Nous avons observé à Gand, au toit de l'Asschien, des graviers quartzeux représentant vraisemblablement un vestige de l'étage diestien.

cours d'eau, descendant de la ligne de faîte méridionale et débouchant dans la mer diestienne allongèrent de plus en plus leurs cours vers l'aval à mesure que la côte reculait vers le Nord.

Or, les tronçons des petits fleuves côtiers (Aa, Yser, etc.), de même que les cours principaux de la Lys, de l'Escaut (de la source à Condé et de Tournai à Gand), de la Dendre (prolongée par l'Escaut de Termonde à Anvers), de la Senne, de la Dyle, des Gette, du haut Démer et de l'Ourthe-Meuse, (de Barvaux jusque vers Maestricht), présentant une orientation absolument d'accord avec celle de ces lignes de plus grande pente, il est légitime de les considérer comme représentant des cours d'eau *conséquents* qui se sont développés à mesure du retrait de la mer diestienne (1).

Les affluents méridionaux de la Haine, la haute Haine elle-même, les branches supérieures alimentant le Piéton, l'Orneau, la Mehaigne, le Geer, qui ont une direction générale sud-nord, rentrent dans ce même groupe conséquent.

Quant aux affluents méridionaux de la Sambre-Meuse dont l'écoulement se fait vers le Nord, il faut y voir aussi des rivières conséquentes. Mais puisqu'il est difficile de déterminer, de ce côté, la limite de l'extension du Pliocène inférieur, on ne peut pas distinguer davantage les tronçons de ces cours d'eau qui sont contemporains de la régression diestienne de ceux qui datent du Miocène, de l'Oligocène et même de l'Eocène. Mais, en tous cas, il est un fait qui nous paraît évident : c'est que les cours dirigés du Sud au Nord des rivières de la région belge, aussi bien dans le bassin de la Sambre-Meuse que dans celui de l'Escaut, correspondent à une direction conséquente en rapport avec le retrait des mers tertiaires vers le Nord.

(1) Le tracé de ces cours d'eau est, au contraire, inconciliable avec la direction que l'on donne ordinairement à la limite sud de la mer diestienne (voir entre autres : E. VAN DEN BROECK. *Loc. cit.*, planche II).

§ 7.

Notre pays était, immédiatement après le retrait de la mer diestienne, drainé par un système de rivières conséquentes descendant du voisinage de la ligne de hauteurs qui avait limité l'extension de cette mer et coulant dans une direction générale sud-nord plus ou moins déviée.

La Haine et la Sambre-Meuse n'existaient pas; les rivières conséquentes *croisaient*, sur un revêtement tertiaire, *l'emplacement actuel de ces deux cours d'eau.*

Nous possédons des preuves *géologiques* de la postériorité de la création de la Sambre-Meuse et de la Haine relativement au système des cours d'eau conséquents. On trouve, au nord de ces deux rivières, des matériaux d'origine fluviale, provenant de régions situées au Sud et dont il serait impossible d'expliquer le transport dans l'état actuel des choses.

C'est ainsi que les graviers pleistocènes du nord de la vallée de la Haine renferment des cailloux de grès devoniens provenant de la partie sud. D'autre part, on trouve dans le Pleistocène des carrières de Maffle des cailloux de silex crétaciques et de phtanite houiller [1]. Or, nulle part la Dendre ne coule sur le Crétacique ni sur le Houiller.

Ces deux faits prouvent qu'à une époque où l'érosion fluviale avait déjà atteint le Crétacique et même le Primaire, c'est-à-dire à une phase déjà avancée de l'époque pleistocène, l'emplacement actuel de la large vallée synclinale de la Haine était croisé par des cours d'eau de direction sud-nord, constituant les branches supérieures de la Dendre.

Pour ce qui concerne la Sambre-Meuse, nous rappelerons d'abord des observations dues à M. Lohest sur les cailloux

(1) A. Rutot. *Bull. Soc. belge de géol.*, t. XIV, 1900 et t. XV, 1901.

des grottes de la vallée de la Mehaigne et des plateaux voisins [1]. Ils comprennent, outre les cailloux de quartz blanc, des cailloux de quartzites cambriens, d'arkose gedinnienne, de grès coblencien, et des galets arrachés à des poudingues du Devonien inférieur. Ce sont là des éléments qui, comme M. Lohest le faisait remarquer dès 1889, ne proviennent pas des terrains primaires du bassin de la Mehaigne et qui n'ont pu être apportés que du Sud. Ajoutons que cet apport n'a pu se faire qu'à une époque où la vallée de la Meuse n'existait pas et où les eaux du Condroz passaient sur la Hesbaye.

Des observations faites par M. Van den Broeck dans le bassin du Geer nous fournissent des preuves analogues, en nous montrant l'existence de gros blocs de roches d'origine ardennaise dans le bassin du Geer inférieur, à l'est de Tongres, blocs qu'il attribue à une rivière coulant du Sud au Nord à travers l'emplacement actuel de la vallée de la Meuse en amont de Liége [2].

Nous somme persuadé que l'examen attentif des cailloux pleistocènes des bassins de l'Orneau et du Piéton, ainsi que de ceux des rivières du bassin de l'Escaut, à partir de la Dendre, pourrait fournir beaucoup de résultats du même genre.

§ 8.

Nous ignorons jusqu'où la côte de la mer diestienne en voie de régression s'est reculée vers le Nord et, par conséquent, jusqu'où se sont étendus, lors de l'émersion postdiestienne, les cours d'eau conséquents du pays. Mais ce

(1) M Lohest in Fraipont et Tihon. *Mém. cour. Acad. r. de Belg.*, t. XLIII, pp. 32-35 du tiré à part, 1889. Voir aussi : M. Lohest. De l'origine de la vallée de la Meuse entre Namur et Liége. *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXVII, p. CXIV, 1900.

(2) E. Van den Broeck. Observations préliminaires sur les blocs erratiques des hauts plateaux de la vallée du Geer. *Bull. Soc. belge de géol.*, t. XIV, *Proc. verb.*, p. 294, 1900.

que nous savons, c'est qu'à l'époque des sables à *Fusus contrarius* (Scaldisien), la mer pliocène était revenue vers le Sud, recouvrant probablement des surfaces qui avaient été continentales pendant quelque temps. Puis, après un nouveau mouvement négatif, d'amplitude inconnue mais sans doute peu considérable, la mer a opéré, à l'époque pœderlienne, un mouvement de transgression plus important et reconquis une notable partie des territoires abandonnés par la mer diestienne. Dans le Limbourg, les dépôts pœderliens sont conservés jusqu'à la latitude de Sutendael, mais semblent, d'après des témoins isolés, s'être étendus notablement plus au Sud [1]. Ils ont recouvert, vraisemblablement, toute la partie de la province d'Anvers située au nord de la ligne Démer-Dyle-Rupel, ainsi que le nord des Flandres [2]. La limite réelle de leur extension primitive ne nous est pas connue, mais il est clair qu'au nord de cette limite, les cours d'eau de notre pays ne peuvent pas être plus anciens qui le retrait de la mer pœderlienne.

Les cours d'eau conséquents de notre pays se sont donc, pendant les temps pliocènes moyens et supérieurs, allongés et raccourcis à plusieurs reprises, par suite des oscillations du niveau de base et ces variations ont dû avoir pour effet de faire varier en sens divers l'activité érosive de nos rivières.

Quoi qu'il en soit, nous savons aujourd'hui qu'à la fin des temps pliocènes (Amstélien), la mer recouvrait encore une grande partie des Pays-Bas et baignait des régions qui confinent à notre territoire. Puis, un mouvement de retrait continu et accentué, commencé aux débuts des temps pleistocènes et continué jusqu'à l'époque des sables

(1) O. VAN ERTBORN. *Bull. Soc. roy. malacol.*, t. XXXVI, 1901, p. LXIX.

(2) *Ibidem.*

à *Leda myalis* des couches de Cromer, a graduellement reporté la côte vers le Nord et nos cours d'eau conséquents n'ont pu que la suivre dans cette direction. C'est ainsi que des galets ardennais ont pu être charriés jusque sur la côte du Norfolk.

Ainsi donc, d'une façon générale et abstraction faite de quelques mouvements en sens contraire de peu d'étendue, la mer pliocène, après avoir atteint son maximum d'extension à l'époque de *Terebratula grandis*, s'est, jusqu'à l'époque des Cromers-beds, graduellement retirée de nos territoires. [1]

Par suite de la forme de la région d'affaissement des Pays-Bas, où les dépôts pliocènes se sont accumulés sur des épaisseurs de plus de 150 mètres, les côtes de la mer en retraite étaient, dans la région flamande, dirigées, *grosso modo*, de l'Ouest à l'Est et, dans la partie orientale du pays, se recourbaient vers le Nord-Est, pour prendre, sur le territoire hollandais, une direction voisine de Sud-Nord [2].

Il résulte de là que, sur le territoire belge, la direction conséquente des rivières suivant la mer pliocène dans sa retraite, était voisine de Sud-Nord et que dans l'est des Pays-Bas, cette direction conséquente devait être sensiblement de l'Est à l'Ouest.

C'est ce qui nous autorise à dire que l'orientation de la basse Meuse, en aval de Venloo et celle du Rhin inférieur, à partir de Wesel, sont conséquentes par rapport au sens du retrait de la mer pliocène.

[1] La question de savoir si la limite entre le Pliocène et le Pleistocène doit être placée au sommet de l'Amstélien ou au sommet des couches de Cromer n'a pas d'importance au point de vue qui nous occupe.

[2] Voir : F.-W. Harmer. Les dépôts tertiaires supérieurs du bassin anglo-belge. *Bull. Soc. belge de géol.*, t. X, *Mém.*, p. 315, fig. 4 et pl. VIII, 1896.

§ 9.

Le creusement de nos vallées actuelles, commencé, dans certaines parties du pays, pendant l'époque éocène, ailleurs, après la régression des mers oligocènes ou miocènes, a débuté, sur la plus grande partie de notre territoire, lors du retrait de la mer du Pliocène diestien. Jusqu'à la fin de l'Amstélien, la mer pliocène ne s'est guère éloignée des régions septentrionales de la Belgique et l'érosion continentale ne devait présenter qu'une activité très modérée sur la surface de la plaine côtière en pente douce qui constituait notre pays. L'activité des cours d'eau a dû, d'ailleurs, varier à plusieurs reprises par suite des oscillations du niveau de base (Scaldisien, Pœderlien, etc.).

Mais le retrait prononcé de la mer du Nord, qui commença à l'Amstélien et reporta la côte à plus de 200 kilomètres au Nord, dut avoir pour conséquence, en déprimant considérablement le niveau de base, de donner à nos cours d'eau une activité extraordinaire.

C'est là, lors de l'émersion du sol des Pays-Bas, à l'extrême fin du Pliocène, que se place la phase principale du creusement de nos vallées.

Cette suractivité donnée à l'érosion continentale à partir de la fin de l'Amstélien a eu pour premier effet de transporter vers le Nord une énorme quantité de sédiments arrachés à nos couches tertiaires.

Ces anciens sédiments de nos rivières conséquentes doivent s'être déposés dans le voisinage de la côte, sur la surface des dépôts pliocènes marins les plus récents. Ce sont les sables dits *moséens* de la Campine, qui reposent partout, comme l'a montré M. le baron O. van Ertborn, sur la surface du Pœderlien et qui masquent ainsi ce qui nous reste de la surface de la *plaine côtière pliocène*. (1)

(1) O. VAN ERTBORN. Les dépôts quaternaires de la Belgique et leur faune *Ann. Soc. roy. malac. de Belg.*, t. XXXVIII, p. LX, 1903. — Le système pliocène en

Il importe peu de savoir si les sables *moséens* se sont déposés en eau salée ou en eau douce, si ce sont des dépôts d'estuaires ou de deltas ou bien des dépôts marins littoraux. Mais ce qu'il faut certainement admettre, c'est qu'ils représentent les matériaux arrachés à nos couches tertiaires lors de la phase d'érosion active qui a accompagné le retrait vers le Nord de la mer de la fin du Pliocène.

Le nom de *moséen* qui a été appliqué à ces dépôts de sables accompagnés de glaises, du Limbourg et du nord de la province d'Anvers, pourrait faire supposer qu'ils sont dus exclusivement aux apports de la Meuse ; mais l'aire qu'ils occupent encore aujourd'hui et, surtout, l'étendue de la surface qu'ils ont recouverte autrefois montrent qu'ils ne peuvent devoir leur origine aux sédiments d'un seul cours d'eau.

Le Moséen occupe aujourd'hui les régions les plus élevées de la Campine limbourgeoise, le plateau limbourgeois, aux confins des bassins de l'Escaut et de la Meuse, ainsi que le nord de la province d'Anvers. Il a autrefois recouvert, comme l'a montré M. O. van Ertborn, la plus grande partie de la province d'Anvers au nord de la ligne Démer-Dyle-Rupel et il en a été balayé par des phénomènes secondaires dont il sera question plus loin ([1]). Son extension à l'ouest de la Campine anversoise ne nous est pas connue, mais il semble, de ce côté, être en continuité avec l'Amstélien, reconnu par sondage à Goes (Zuid-Beveland), où il repose sur le toit du Pœderlien ([2]).

Belgique. L'âge vrai du vrai Moséen. Etage amstélo-moséen. *Ibidem.* — A propos de la Carte géologique de la province d'Anvers et de la partie du Limbourg située au nord du Démer. *Bull. Soc. belge de géol.*, t. XVII, *Mém.*, p. 261, 1903.

([1]) O. VAN ERTBORN. Orographie de la Campine limbourgeoise *Ann. Soc. roy. malac. de Belg.*, t. XXXVI, p. LXI, 1901. — A propos de la carte géologique de la province d'Anvers, etc.

([2]) O. VAN ERTBORN. Le système pliocène en Belgique, etc.

Il nous semble donc plus rationnel d'attribuer le transport des sables moséens à l'ensemble de nos cours d'eau conséquents que d'y voir l'œuvre exclusive d'un seul d'entre eux.

Les éléments du Moséen ont été fournis par les couches tertiaires érodées par les rivières conséquentes et leurs affluents ; ils proviennent, spécialement, de la partie supérieure du bassin de ces cours d'eau, où l'érosion était particulièrement active. C'est de cette époque que doit dater le grand balayage des sables tertiaires de la région ardennaise.

Pendant longtemps, les cours d'eau de l'Ardenne, coulant sur un pays formé de roches tertiaires peu cohérentes, ne charrièrent vers le Nord que des matériaux meubles. Mais le moment vint où l'approfondissement des thalwegs amena l'érosion fluviale à mordre le substratum primaire. C'est de ce moment que date le début des phénomènes d'épigénie qui impriment un caractère spécial à presque toutes les rivières ardennaises. Quant aux matériaux rocheux arrachés dans les premières phases du processus de surimposition, à la surface du substratum primaire, ils furent roulés et charriés vers le Nord et allèrent former, sur la surface du Moséen, les nappes de cailloux ardennais des plateaux de la Campine.

§ 10.

Les petits fleuves côtiers de la Flandre française et de la West-Flandre (l'Aa, l'Yser, etc.,) présentent des caractères sur lesquels nous avons appelé l'attention dès le début de ce travail (chap. I, § 1). Ils se divisent chacun en deux segments perpendiculaires entre eux. Les segments supérieurs présentent une direction voisine de NE., c'est-à-dire parallèle au littoral et conforme à la direction conséquente des rivières du bassin de l'Escaut.

Ce sont, évidemment, des descendants des troncs conséquents primitifs.

Les segments inférieurs sont, au contraire, dirigés normalement à la côte ; leur origine est beaucoup plus récente et date de la régression de la mer flandrienne ou peut-être même, en partie, du recul de la côte postérieurement à l'irruption de la mer qui, vers le III[e] siècle, est venu étendre des sables à coquilles marines sur la tourbe de la plaine littorale.

M. Rutot, dans ses belles études sur les dépôts pleistocènes et modernes de la plaine maritine (¹) s'est trouvé amené à conclure à l'existence, avant l'invasion de la mer flandrienne, d'un fleuve qui, né au voisinage de l'axe de l'Artois, vers l'emplacement du détroit du Pas-de-Calais, coulait vers le Nord-Est en suivant approximativement le tracé actuel de la côte flamande.

Nous arrivons à des conclusions analogues par une autre méthode.

Notre plaine maritime n'est pas une plaine côtière (*coastal plain*) dans le sens ordinaire du mot. On ne peut l'envisager comme telle qu'au point de vue des dépôts pleistocènes supérieurs (Flandrien) et modernes. Les terrains tertiaires qui forment le substratum de ces dépôts, bien loin de plonger vers la mer, comme dans une plaine côtière proprement dite, sont inclinés dans une direction presque perpendiculaire. La mer a quitté le pays par le Nord à l'époque pliocène, en abandonnant une série d'étages superposés inclinés dans cette direction. Ce n'est qu'à l'époque pleistocène supérieure, ainsi que l'a montré M. Rutot dans le mémoire précité, que s'est créée la partie de la mer du Nord qui baigne la côte flamande (²).

(¹) Voir entre autre : Les origines du Quaternaire de la Belgique. *Bull. Soc. belge de géol.*, t. XI, 1897.

(²) Cf. H.-E. Sauvage. Le mammouth dans la partie sud de la mer du Nord. *Bull. Soc. belge de géol.*, t. XIII, *Proc.-verb.*, p. 59, 1899.

Les massifs tertiaires des Flandres ont subi, depuis le retrait de la mer diestienne, une énorme dénudation, dont l'importance croît à mesure qu'on s'avance vers la mer. Le sommet du Mont-Cassel, occupé par le Diestien, se trouve à l'altitude de 157 mètres, tandis que, non loin de là, à Dunkerque, la surface supérieure du tertiaire (Yprésien) se trouve sous la cote 0. La dénudation a donc enlevé dans cette région au moins 160 mètres de couches tertiaires.

Il ne peut être question d'attribuer à la mer l'enlèvement des massifs tertiaires des Flandres, car il est bien démontré que le sable flandrien a recouvert un pays déjà presque aussi dénudé qu'il l'est aujourd'hui. La mer flandrienne a envahi une sorte de pénéplaine (dont elle n'a rétrocédé qu'une faible partie) façonnée par l'érosion continentale. Et comme les petits fleuves côtiers, tels que l'Aa, l'Yser, la Waardamme, nous paraissent des agents absolument hors de proportion avec l'importance de ces dénudations, nous en arrivons à conclure à l'existence, dans la région aujourd'hui submergée des Flandres, d'un ou plusieurs troncs conséquents d'une importance comparable à celle de l'Escaut et descendant du voisinage du prolongement occidental de l'axe de l'Artois.

§ II.

On pourrait s'attendre à trouver, dans ces études, un essai de reconstitution du système de nos cours d'eau conséquents dans leur état primitif. Nous croyons devoir nous abstenir d'un tel travail, parce que nous pensons qu'une reconstitution de ce genre ne pourrait avoir, dans les détails, qu'un caractère très hypothétique. Il nous suffira d'avoir démontré le principe général du caractère conséquent de nos rivières qui coulent du Sud au Nord et d'avoir fait admettre que les directions d'écoulement de la Sambre-Meuse et de la Haine, de même que celle du

Démer-Dyle-Rupel et de l'Escaut entre Gand et Termonde (voir plus loin) sont dues à des phénomènes secondaires qui ont fait prédominer, en certaines régions, les écoulements subséquents.

Nous pouvons cependant appeler l'attention sur quelques points particuliers, en nous gardant bien d'insister sur nos interprétations. Les problèmes relatifs à la reconstitution du cours ancien des rivières, peuvent souvent être résolus de façons très différentes. Et c'est un travail très délicat que de démontrer d'une façon absolument irréfutable l'exactitude de l'une des solutions aux dépens des autres. En d'autres termes, certaines reconstitutions peuvent être considérées comme possibles, vraisemblables, ou probables, sans que l'on puisse en donner la démonstration rigoureuse et établir l'inexactitude des autres hypothèses possibles.

Faisons ici une remarque générale. C'est que, si l'on peut dire, au point de vue théorique, qu'une rivière conséquente a un cours sensiblement rectiligne et que, par conséquent, des rivières conséquentes voisines seront parallèles entre elles, des circonstances locales, impossibles à reconstituer, ont pu faire qu'en certains endroits, la surface mise à découvert par une mer en régression ait pu être inclinée dans un sens qui n'est pas celui du recul général de la côte.

§ 12.

L'Escaut, entre Condé et le confluent de l'Espierre, coule dans une direction qui n'est pas celle des rivières conséquentes du bassin et qui semble plutôt être une direction subséquente.

La rivière, à partir de Condé, a pu autrefois continuer à couler vers le Nord-Nord-Est et aller rejoindre la Dendre à Ath. Le tracé du ruisseau du Moulin-de-Macon (devenu

obséquent), à travers les collines grèseuses de Blaton (voir pp. 344-345) et la ligne par où l'on a fait passer le canal de Blaton à Ath représenteraient son ancien cours. L'Escaut aurait été, plus tard, capturé par un affluent droit, subséquent, passant à Tournai, de l'Escaut d'Audenarde [1] Quant à la branche supérieure de l'Escaut d'Audenarde, elle serait représentée par l'Espierre et par la Deule, détournée plus tard, de la même façon, par un affluent subséquent de la Lys, lequel aurait, en même temps, capturé la Marcq.

La direction nord-ouest de l'Escaut entre Condé et le confluent de l'Espierre n'est pas unique dans la région. Tous les affluents de l'Escaut, depuis la Selle jusqu'au Hogneau, et ceux de la Sambre, depuis la branche initiale de cette rivière jusqu'à la Solre, coulent à peu près dans le même sens (voir fig. 16, p. 311). Il faut remarquer, en outre, que, dans ce double système, en s'avançant vers le Nord-Est, on voit la direction d'écoulement se rapprocher de plus en plus de la ligne nord-sud.

Les rivières que l'Escaut reçoit à droite, de Cambrai à Condé, et les affluents méridionaux de la Haine, semblent avoir formé, avec les affluents droits de la Sambre jusques et y compris la Hantes (ruisseau de Beaumont), un système conséquent unique descendant des hauteurs d'Entre-Sambre-et-Meuse dont la forme en bosse a imprimé ces directions diverses aux cours d'eau qui y prennent naissance. La Sambre, en amont de Landelies, serait ainsi, comme en aval, une rivière subséquente bien que, de Landrecies à Maubeuge, sa direction se rapproche de celle de nos grands cours d'eau conséquents.

La Sambre, en amont comme en aval de Landelies, aurait

[1] L'idée de la capture, à Condé, de l'Escaut de Valenciennes, par un affluent de l'Escaut d'Audenarde nous a été suggérée par M. Raoul Blanchard.

coupé en deux tronçons les cours d'eau conséquents descendant de l'Entre-Sambre-et-Meuse (voir chap. II, § 21).

On comprend par là que nous ne considérons pas comme probable l'hypothèse qui ferait de la haute Sambre (en amont de Maubeuge), par l'intermédiaire de la Trouille ou du ruisseau d'Estinnes, une branche supérieure de la Senne.

Les branches supérieures primitives de la Senne et de la Dendre sont plutôt les affluents droits de la Sambre en amont de Landelies. Décapitées une première fois par la Sambre, elles l'ont été de nouveau plus tard pour la formation de la vallée de la Haine.

Quant aux affluents droits de la Sambre, en aval de Landelies, ils ont constitué des branches supérieures de la Dyle et probablement aussi de la Grande-Gette.

La Meuse de Dinant, d'après les principes que nous appliquons ici, a coulé primitivement de Namur sur la Hesbaye [1], pour aller rejoindre quelque tronc du bassin des Gette. On peut remarquer, en examinant la Carte géologique que, dans la région qui s'étend entre Namur et le confluent des deux Gette, la dénudation du Tertiaire est notablement plus avancée qu'à l'Est et à l'Ouest. C'est par cette Meuse de Hesbaye qu'ont été charriés dans le bassin actuel de la Mehaigne les cailloux cambriens signalés par M. Lohest (v. plus haut pp. 423-424).

Le Hoyoux (de Modave) a dû aussi couler vers la Hesbaye, et la Mehaigne inférieure marque probablement une partie devenue obséquente de son trajet.

Les hautes branches de la Lesse, en amont de Ciergnon (Wamme, Homme, Lesse, Our, Wimbe, etc.) paraissent

[1] Cf. E. Dupont. *Loc. cit.*

dériver de rivières conséquentes. Le Bocq, vers Ciney, et le Samson, pris dans son ensemble, semblent les continuer vers le Nord.

L'Ourthe supérieure, du confluent des deux bras jusque vers Noiseux, se trouve dans le prolongement de la vallée du Hoyoux. De cette remarque à l'hypothèse de l'identité primitive des deux cours d'eau, il n'y a pas loin. Cette hypothèse mènerait à une autre, celle de la capture de la haute Ourthe, à Noiseux, par la rivière de Barvaux affluent subséquent [1] d'une rivière conséquente formée par l'Amblève et l'Ourthe de Tilff et dont la Vesdre serait un autre affluent subséquent.

La vallée de la Meuse en aval de Liége est bien, au point de vue morphogénique, sinon sous le rapport hydraulique, le prolongement de l'Ourthe de Tilff et le tronc ainsi formé présente un parallélisme frappant avec les rivières conséquentes de l'est du bassin de l'Escaut. La Meuse en aval de Maestricht a maintenu sa direction vers le Nord en se creusant une vallée à travers les sédiments moséens, (à la formation desquels elle avait certainement contribué pour une grande part), alors que, à l'Ouest, les rivières du bassin de l'Escaut ont été détournées de leur direction conséquente primitive par des causes que nous tenterons d'éclaircir plus loin.

A l'est de la Meuse de Maestricht, nous avons, dans le pays de Herve, le Limbourg néerlandais et le pays d'Aix-la-Chapelle, une série de rivières qui, dans leurs branches et rameaux supérieurs, obéissent à une pente conséquente vers le Nord (Julienne, Boland, Berwinne, Gulpe, Gueule, Wurm, Roer, etc.). C'est grâce à certains de ces cours d'eau conséquents, à tracé aujourd'hui modifié, que des

[1] L'Heure et le ruisseau de Hogne prolongent au-delà de Noiseux cette rivière subséquente.

cailloux ardennais, parfois attribués à la Meuse, ont pu arriver dans les environs d'Aix-la-Chapelle, dans l'est du Limbourg néerlandais, etc.

Nous pourrions, en nous aidant des cartes, pousser beaucoup plus loin cette recherche des rivières dont le cours actuel peut être considéré comme provenant d'un écoulement conséquent primitif. Mais nous avons le désir de ne pas allonger outre mesure le présent paragraphe.

Faisons remarquer, pour finir, que l'on pourrait peut-être voir dans le Mark, les Aa, le Dommel et leurs affluents, des vestiges du prolongement vers le Nord des directions conséquentes du bassin de l'Escaut, interrompues aujourd'hui suivant la ligne qui passe par Gand, Termonde, Malines, Diest et Hasselt (voir plus loin).

§ 13.

Les rivières du haut bassin de l'Escaut, descendant de la région de l'axe de l'Artois, ont exercé des phénomènes d'érosion régressive qui leur ont fait entamer, parfois très profondément, cette ligne de hauteurs.

La Hem a, pour ainsi dire, évidé la craie jusqu'au contact du Jurassique et même du Primaire, de façon à déterminer la curieuse dépression du pays de Licques.

L'Aa, à Fauquembergue, a poussé sa tête entre des points qui ont aujourd'hui des cotes de 162 m., 178 m., etc. et est allé drainer une région plus basse, vraisemblablement ravie au bassin de la Canche et où il reçoit des ruisseaux coulant du Nord au Sud. Dans cette section, l'Aa coule dans une vallée orientée parallèlement au système des rivières du nord-ouest du bassin de Paris, ce qui montre clairement qu'il est là sur un territoire étranger.

De même, une autre rivière du même système, la Ternoise supérieure, a jadis été conquise par la Lys. Une

vallée sèche s'étendant d'Anvin à Verchin, montre la voie par laquelle les eaux qui baignent Saint-Pol coulaient vers Dennebrœucq. Plus tard, une nouvelle capture, exercée par un affluent torrentiel de la rive droite de la Canche, a fait rentrer la Ternoise dans le bassin de la Manche [1].

Les affluents méridionaux de la Sambre-Meuse présentent, dans leur partie supérieure, des preuves de phénomènes d'érosion régressive, plus accentués encore que les précédents. La Lesse, l'Ourthe, l'Amblève ont poussé les têtes de leurs branches supérieures à travers la crête principale de l'Ardenne, de la même façon que des affluents supérieurs du bassin de l'Escaut ont entamé la crête de l'Artois, sans toutefois la traverser. Il en résulte que la grande ligne de partage des eaux de l'Ardenne a été refoulée au sud de la crête orographique principale.

§ 14.

Ces phénomènes d'érosion régressive qui se sont produits dans les affluents méridionaux de la Sambre-Meuse ont amené un événement remarquable : la capture de la Meuse lorraine, d'abord tributaire du bassin de la Seine, par la Meuse de Dinant (voir chap. III, §§ 9, 10 et 11). Nous avons montré plus haut : 1° que cette capture s'est faite, non pas à travers les roches cambriennes du massif de Rocroi, mais sur un revêtement discordant de couches tertiaires et même secondaires; 2° que le point où la capture a eu lieu doit vraisemblablement se trouver à Mézières, plutôt que près de Dun (voir chap. III, § 10).

La Meuse lorraine primitive se continuait, à partir de Mézières, par la vallée actuelle de la Sormonne, la Rivière des Champs et l'Oise. La vallée actuelle de la Sormonne,

[1] G. DOLLFUS, *Annales de géographie*, 1900.

creusée à contre-pente par érosion régressive, est une vallée obséquente bien caractérisée. Ainsi s'explique son singulier tracé, faisant avec celui de la Meuse ardennaise un angle aigu tourné vers l'aval. Faisons encore remarquer qu'on passe de la Sormonne à la Rivière des Champs par un seuil qui ne domine que de quelques mètres les thalwegs des deux cours d'eau.

Dans les parages de ce seuil, la Meuse lorraine recevait la Semois dont la Meuse de Dinant, poussant sa tête vers le Sud, captura le cours supérieur à Monthermé, longtemps sans doute avant d'arriver à Mézières. La perte de cet important affluent, en diminuant l'activité de la haute Meuse dut probablement en rendre la capture plus rapide.

§ 15.

De quelle époque date la capture de la Meuse lorraine par la Meuse de Dinant ?

Nous adoptons la théorie la plus simple. Cet événement s'est passé au temps où l'abaissement du niveau de base de nos rivières conséquentes, c'est-à-dire le retrait de la mer pliocène vers le Nord, donna à ces cours d'eaux une grande activité érosive et amena leurs branches supérieures à s'enfoncer, par érosion régressive, dans les hauteurs qui avaient limité au Nord le bassin de la mer diestienne.

La capture dut se faire, toutefois, dès les premières phases de la régression diestienne.

Cette dernière opinion est basée sur la présence de cailloux oolithiques, provenant du Muschelkalk, et de cailloux jurassiques dans les derniers dépôts marins des hauteurs qui bordent la Meuse. Il est plus simple, en effet, de faire arriver ces cailloux par la Meuse lorraine dans la mer

pliocène déjà en voie de retrait, que de leur attribuer un trajet plus compliqué. (1).

L'absorption de la Meuse lorraine donna à la Meuse ardennaise un débit et une pente d'ensemble qui en firent un agent d'érosion énergique et l'abaissement du niveau de base qui se continua, avec des interruptions et des retours en arrière, jusqu'à la fin du Pliocène, donna à nos rivières en général une activité des plus prononcées. A mesure du retrait de la mer amstélienne, de grandes quantités de sables provenant, en grande partie, du démantèlement de la couverture tertiaire de l'Ardenne, furent poussés vers le Nord et allèrent recouvrir la surface, en voie d'émersion, du Pliocène marin.

Jusque là, la Meuse et les autres rivières de l'Ardenne avaient coulé sur un revêtement meuble. Bientôt, le substratum primaire fut mordu par les thalwegs en voie d'approfondissement et ces cours d'eau commencèrent à charrier des cailloux de roches dures qui furent déversés sur les sables moséens (2).

Jusque là aussi, la Meuse coulait sur la Hesbaye. Mais, avant l'époque où le sous-sol primaire allait être entamé par l'érosion fluviale, ses eaux, empruntant un trajet subséquent, prirent leur cours vers l'Est et allèrent rejoindre l'Ourthe à Liége (voir plus loin, chap. VII).

§ 16.

L'état actuel de nos rivières montre que le niveau de base général, après s'être déprimé de façon à permettre

(1) C'est aussi vers l'époque diestienne, mais par un mécanisme différent, que M. Rutot place le moment où la Meuse lorraine prit son cours à travers l'Ardenne (voir : Les origines du Quaternaire de la Belgique, pp. 109-115).

(2) Les cailloutis dits « campiniens » des ballastières de la Campine limbourgeoise atteignent une altitude de beaucoup supérieure au fond du thalweg d'érosion de la Meuse entre Namur et Maeseyck. Ils ne peuvent donc dater que du *début* du creusement des vallées en terrain rocheux. En aval de Maestricht, le thalweg actuel de la Meuse s'est creusé à travers ces cailloutis.

le creusement des vallées jusqu'au fond vif des thalwegs d'érosion, s'est ensuite considérablement relevé. En d'autres termes, le creusement *à fond* de nos vallées correspond à un mouvement négatif de la mer et ce retrait a été suivi d'un mouvement positif qui a arrêté le creusement et provoqué l'envasement des vallées jusque très loin dans l'intérieur du pays.

Il importe de rappeler que le relèvement du niveau de base a commencé avant que nos rivières eussent eu le temps de régulariser complètement leur profit en long. Les courbes de la Meuse et de la Sambre sont très instructives à cet égard. Comme nous l'avons démontré plus haut (chap. III, § II), la Meuse a vu son régime changer avant d'avoir achevé le creusement de sa vallée et ce creusement a été interrompu dans toute la longueur du fleuve, aussi bien à la traversée de l'Ardenne qu'en aval et qu'en amont.

Les remarquables ressauts que présente le profil de la Sambre, à Landelies et à Thuin (voir fig. 36), prouvent qu'il en est de même pour cette rivière.

Et pourtant, la Sambre et la Meuse, dans tout leur cours, sont pourvues d'une plaine alluviale, plus ou moins étroite par place, mais ne faisant défaut nulle part.

La présence de ces nappes d'alluvions est en désaccord avec l'irrégularité des profils en long, mais le contraste serait bien plus frappant si l'on pouvait dresser le profil longitudinal réel des vallées, c'est-à-dire la courbe du fond vif rocheux, masqué aujourd'hui par les dépôts qui ont engorgé les vallées d'érosion.

La présence de nappes d'alluvions le long des plus importantes de nos rivières creusées dans les terrains primaires est aussi en désaccord avec la forme du profil transversal de ces cours d'eau. Lorsque l'on voit, par exemple, dans certaines sections des vallées de la Meuse et de la Sambre, des escarpements rocheux, parfois perpendi-

culaires, border des nappes limoneuses, on comprend nettement que l'on a affaire à des vallées dont le creusement a cessé, non pas à la suite de la marche régulière du processus de régularisation des pentes, mais par l'intervention d'une cause qui a brusquement interrompu ce travail. Cette cause, nous la voyons dans le relèvement du niveau de base.

C'est à ce relèvement du niveau de base, ayant entraîné une diminution de l'activité érosive jusque dans le cours supérieur, que nous avons attribué la « décadence » de la Meuse lorraine.

Cette décadence a eu pour conséquence — et non pour cause — la perte de plusieurs affluents importants, absorbés par des affluents de la Seine ou par un tributaire du Rhin. C'est ainsi que la Meurthe a capturé la Moselle à Toul.

Or, la présence d'ossements de mammouth dans les alluvions du Val-de-l'Ane montre que la capture en question est postérieure à l'époque de l'*Elephas primigenius* [1]. On pourrait donc ainsi dater approximativement, non pas l'époque du relèvement du niveau de base de nos cours d'eau, mais l'époque à laquelle les effets de ce relèvement se sont, en procédant d'aval en amont, fait sentir dans la région lorraine.

§ 17.

Il est un fait qui, à lui seul, suffirait à prouver la réalité du relèvement du niveau de la mer auquel nous faisons appel ici. C'est la cote à laquelle se trouve, dans la basse Belgique, le fond vif des vallées d'érosion, recouvert de graviers et de sables pleistocènes.

Dans le bassin de l'Escaut, cette cote est presque partout trop basse pour correspondre à un courant capable

(1) DE LAPPARENT. Leçons de géographie physique, 2e édition, p. 208.

d'éroder le lit ; il en est ainsi jusque dans des régions déjà très éloignées de la côte. A Tournai, la surface des alluvions de l'Escaut étant à la cote 15, le fond vif de la vallée rocheuse descend à la cote 0. A Antoing, le thalweg rocheux n'est qu'à 5 mètres au-dessus du niveau de la mer.

On constate même que, dans une grande partie du bassin de l'Escaut, le fond des vallées d'érosion arrive en-dessous du niveau actuel de la mer jusqu'en des endroits très distants de l'embouchure du fleuve. La Carte géologique au 40 000e nous fournit quelques données à cet égard; mais ces documents ne sont pas comparables entre eux, les puits artésiens et les sondages auxquels ils correspondent étant placés à des distances très diverses du thalweg des vallées d'érosion. C'est ainsi que, d'après la carte, le fond de la vallée d'érosion de l'Escaut, masqué par les dépôts pleistocènes et modernes, descendrait, à Termonde, au moins à — 12 et — 14 mètres ; à Gand, au moins à — 3.5 [1] et, à Audenarde, à une profondeur minimum de + 2.85. D'après ces mêmes sources, la base du Pleistocène de la vallée de la Lys arriverait, à Deynze, à — 17 et, même à Courtrai, d'après M. Rutot [2], le véritable fond de la vallée de la Lys descend à au moins — 15. A Menin, il serait encore à — 8.

Tout cela prouve, incontestablement, que, depuis l'époque où nos rivières ont cessé le creusement de leur vallée, le niveau de la mer s'est sensiblement relevé par rapport à celui du continent. Et il est logique de conclure que c'est précisément ce relèvement qui a interrompu le travail de creusement.

(1) Jusque — 23 d'après M. Van Hove. *Bull Soc. belge de géol.*, t. XV, 1901.

(2) A. Rutot. Sur le creusement de la vallée de la Lys. *Bull. Soc. belge de géol.*, t. XIII, 1899, *Proc.-verb.*, p. 94.

§ 18.

Le parallélisme remarquable que présentent, dans une grande partie de leur cours, les rivières du bassin de l'Escaut, de la Lys au haut Démer, sans compter les cours supérieurs des petits fleuves côtiers, avait depuis longtemps attiré l'attention et l'on comprend facilement que l'idée soit venue de considérer ce parallélisme comme dû à des fractures du sol.

Cette idée, née très anciennement, n'est pas encore tout à fait déracinée. Et pourtant, toutes les observations sur lesquelles on avait cru pouvoir l'appuyer sont aujourd'hui considérées comme erronées.

Dès 1837, Dumont [1] crut devoir attribuer à des failles l'orientation de certaines vallées de la Hesbaye. C'est là, pensons-nous, que se trouve l'origine première de la théorie dont nous parlons ici et comme l'opinion de Dumont sur ce sujet a été souvent invoquée sans qu'on l'ait citée avec exactitude, nous croyons devoir reproduire intégralement ses propres termes :

» Lorsqu'on parcourt », dit Dumont, « les petites vallées » qui sillonnent la Hesbaye et les contrées voisines, où les » couches semblent s'étendre horizontalement, on devrait » s'attendre à trouver sur les deux versants une corres- » pondance exacte dans les niveaux de celles de même » nature ; cependant il en est rarement ainsi. Presque par- » tout, il y a dérangement dans ces niveaux, au point » même de ne plus trouver d'un côté de la vallée ce qu'on » trouve de l'autre.

» Qu'on examine à Jandrin, dans le Brabant méridional, » la vallée qui se dirige du Sud au Nord, on verra sur la » rive droite du ruisseau, la série des roches suivantes en » allant de haut en bas :

[1] A.-H. Dumont. Rapport sur les travaux de la carte géologique pendant l'année 1837. *Bull. Acad. Bruxelles,* t. IV, 1837, pp. 473-474.

» A. Limon	Terrain tertiaire supérieur (1)
» B. Marne chloritée.	» » inférieur (2)
» C. Couches de cailloux roulés .	» » inférieur (2)
» D. Calcaire de Maestricht . .	» crétacé
» E. Craie	» crétacé

» A la rive gauche, au contraire, on ne voit que le » limon.

» Le même fait se répète dans toutes les petites vallées » parallèles, comme on peut le voir dans la figure ci-jointe (fig. 29).

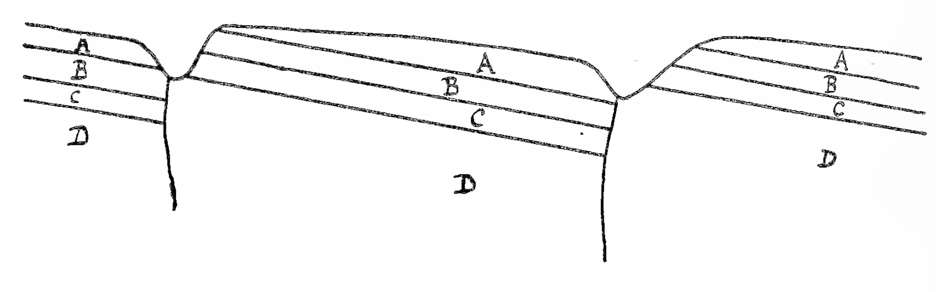


FIG. 29.

Origine des vallées de la Hesbaye, selon ANDRÉ DUMONT.

« A Noville-le-Bois et à Tiller (province de Namur), le » terrain ardoisier est à découvert sur la rive droite du » ruisseau, tandis qu'on ne voit que du limon tertiaire sur » la rive gauche.

« Je pourrais citer une infinité d'exemples de ce genre » d'où il suit que la plupart des vallées qui sillonnent ces » contrées doivent leur origine à des failles. . . . . » . . . . Si l'on considère que les failles dont il est » ici question affectent le terrain tertiaire supérieur, on en » conclura que ces vallées sont plus récentes que ce terrain » et que leur formation se rapproche beaucoup de l'époque » actuelle ».

(1) On sait que Dumont rapportait primitivement le limon hesbayen et le sable campinien aux terrains tertiaires.

(2) Il s'agit ici du Landénien.

J. d'Omalius d'Halloy, dans les diverses éditions de ses manuels, postérieures à 1837, généralisa la manière de voir de Dumont en l'appliquant à l'ensemble des rivières du bassin de l'Escaut [1]:

« . . . . on serait porté à croire que les cours » d'eau qui traversent les plaines sableuses et argileuses de » la Flandre, du Brabant et de la Hesbaye, ont au moins » tracé eux-mêmes les lits par où ils s'écoulent; mais quand » on remarque que la plupart de ces cours d'eau ou fractions » de cours d'eau, notamment la Lys, l'Escaut, la Dendre, » la Senne, la Dyle et la Gette, présentent généralement la » même direction, et que l'on fait attention à la facilité avec » laquelle le moindre obstacle fait dévier le cours d'une eau » qui se fraie un lit, on sentira qu'il est bien difficile qu'une » semblable uniformité soit le résultat de simples érosions, » et si l'on ajoute que la direction de ces cours d'eau est » aussi à peu près parallèle à celle de la côte de Flandre, on » est porté à supposer que ces lignes sont le résultat d'une » dislocation du sol, qui aura produit des failles dont le » bord le plus élevé aura déterminé la direction des cours » d'eau, ainsi que M. Dumont a déjà été conduit à le recon- » naître pour les vallées de la Hesbaye, d'après une autre » considération. . . . . Si, d'un autre côté, nous » cherchons à déterminer l'époque de cette dislocation » d'après les règles que M. Elie de Beaumont a déduites de » la direction des lignes, nous verrons que les cours d'eau » ou fractions de cours d'eau dont il s'agit ont une direction » du SSW. au NNE., c'est-à-dire semblable à celle des » Alpes occidentales ou XIe soulèvement de M. Elie de » Beaumont ».

J.-C. Houzeau, dans son *Essai d'une géographie phy-*

[1] Voir, entre autres : Coup d'œil sur la géologie de la Belgique, 1842, pp. 114-115.

sique de la Belgique (1854), se rallia à la théorie qui expliquait par des fractures du sol le parallélisme des rivières de l'Escaut.

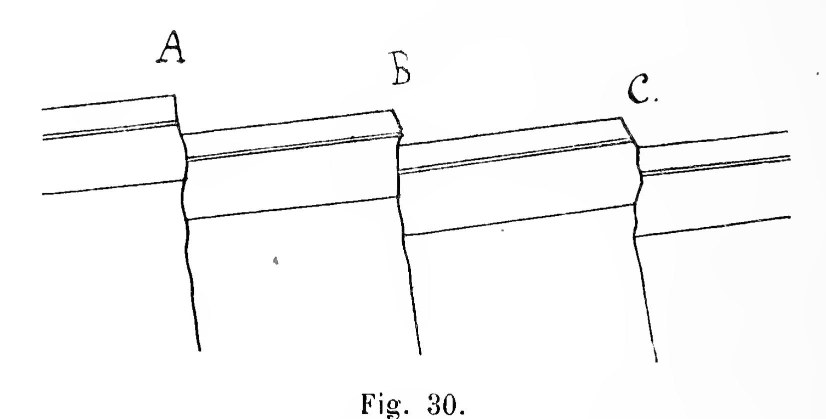


Fig. 30.

Failles des vallées de la Hesbaye, d'après J.-C. HOUZEAU.

« Lorsqu'on jette les yeux sur une carte, on est frappé » d'un certain parallélisme entre les vallées principales du » plat pays : la Lys, l'Escaut, la Dendre, la Senne, la Dyle, » la Fleppe, les deux Gette, le haut Démer. La cause de ce » parallélisme est bien simple : les eaux courantes suivent » les gouttières formées au pied des échelons de redresse- » ment. Cette disposition est surtout évidente dans la » Hesbaie, où le versant de gauche présente les tranches » des terrains relevés, pendant que la pente est formée, du » côté droit, par la surface d'une seule couche. Aussi la crête » de ces vallées est-elle plus élevée à l'Occident qu'à l'Orient » et l'escarpement plus rapide à gauche qu'à droite ». (pp. 127-128).

On voit, par ce texte et par le croquis qui l'accompagne, et que nous reproduisons (fig. 30), que Houzeau se trompe sur le sens du déplacement relatif des deux lèvres des failles supposées. C'est du côté gauche des rivières, comme le montre Dumont, que le limon hesbayen existe sur toute la hauteur des flancs et non à droite, comme le dit Houzeau, par suite, pensons-nous, d'un simple lapsus. Ceci, d'ailleurs, importe peu.

M. E. Dupont, en 1873 [1] considère la coïncidence entre des failles et le cours des rivières de la Hesbaye, comme *devenue classique*.

Quelques années plus tard, des travaux de MM. E. Van den Broeck, A. Rutot et G. Vincent semblèrent apporter des preuves directes en faveur de la théorie de d'Omalius et de Houzeau, en ce qui concerne la vallée de la Senne. Partant de ce fait, très remarquable, que l'étage panisélien n'existe guère qu'à l'ouest de cette vallée, tandis que le Bruxellien est presque exclusivement relégué à l'est, ces savants admirent l'existence d'une faille datant de la fin de l'époque panisélienne et qui aurait abaissé la région orientale et relevé la région flamande de telle sorte qu'à l'arrivée de la mer bruxellienne, la région à l'est de la Senne aurait seule été submergée, tandis que les Flandres seraient restées à l'abri de l'invasion. C'est suivant cette faille que se serait, plus tard, creusée la vallée de la Senne [2].

En 1887, M. Rutot, comparant les résultats de sondages effectués à Gand et à Mariakerke-lez-Gand, fut amené à conclure à l'existence, dans ces parages, d'une faille importante, d'un rejet de 33 mètres, intéressant toutes les assises, du Silurien au Panisélien. « Il est probable »,

[1] Patria Belgica. II. Orologie, p. 55.

[2] Voir entre autres :

E. Van den Broeck. Lettre à M. Gosselet. *Ann. Soc. géol du Nord*, t. III, p. 174, séance du 9 août 1876.

— Seconde lettre sur quelques points de la géologie de Bruxelles, adressée à M. Ortlieb, *Ibid.*, t. IV, p. 106, séance du 17 janvier 1877.

A. Rutot. Note sur l'absence de l'étage bruxellien sur la rive gauche de la Senne. *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. IV, *Mém.*, p. 39, 1877.

A. Rutot et G. Vincent. Coup d'œil sur l'état actuel d'avancement des connaissances géologiques relatives aux terrains tertiaires de la Belgique. *Ibid.*, t. VI, *Mém.*, p. 69, 1879.

ajoutait-il, « que cette faille suit la direction générale de la « vallée de l'Escaut au sud de Gand » ([1]).

Cependant, aucun des faits invoqués en faveur de la théorie des failles pour expliquer le parallélisme des rivières du bassin de l'Escaut n'a résisté aux progrès de l'étude de notre sol ([2]).

Le levé des feuilles Jodoigne-Jauche et Perwez-Eghezée de la Carte géologique au 40 000e, effectué par M. Rutot, a démontré l'inexistence des failles supposées par A. Dumont.

Quant à la dissymétrie de certaines vallées de cette région, elle n'est qu'apparente et résulte de la présence du limon hesbayen sur les versants occidentaux des vallées seulement, alors que, sur les versants opposés, il a presque partout disparu, balayé par le ruissellement des pluies chassées par les vents d'Ouest. C'est là un fait très général que l'on peut observer dans la plupart de nos vallées orientées dans des directions voisines du méridien et que Briart a rappelé dans son *Etude sur les limons hesbayens* (p. 26).

Pour ce qui concerne la *faille de la Senne*, les études faites dans ces dernières années n'en ont pas confirmé l'existence et MM. Rutot et Van den Broeck ont renoncé à expliquer, de cette façon, la quasi-absence du Bruxellien sur la rive gauche de la Senne.

Enfin, la coupe du puits artésien du Strop, à Gand ([3]), celle du puits de l'Usine Lousbergs, en la même ville ([4]), et

([1]) A. Rutot. Détermination de l'allure souterraine des couches formant le sous-sol des Flandres entre Bruxelles et Ostende. *Bull. Soc. belge de géol.*, t. I, *Mem.*, p. 3, 1887.

([2]) M. E. Van den Broeck a aussi signalé des failles en rapport avec le cours supérieur du Démer. Voir *Bull. Soc. belge de géol.*, t. XVII, *Proc.-verb.*, p. 334, 1903, (note ajoutée pendant l'impression).

([3]) G. Coune. Note sur le forage d'un puits artésien pour la distribution d'eau de Gand. *Ann. Assoc. des ing. de Gand*, t. XX, p. 70, 1896-1897.

([4]) D. Van Hove. Note sur le nouveau puits artésien de l'usine Lousbergs, à Gand, etc. *Bull. Soc. belge de géol.*, t. XV, *Proc.-verb.*, p. 63, 1901.

la revision des échantillons du forage de Mariakerke, ont démontré que l'hypothèse d'une brusque dénivellation des couches entre Gand et Mariakerke, expliquée par la présence d'une faille, reposait sur une erreur matérielle (1).

Il résulte de ce qui précède que rien ne peut faire admettre que l'orientation parallèle des rivières de l'Escaut, de la Lys jusqu'au Démer supérieur, soit en rapport avec des fractures du sol.

Nous croyons qu'il n'est pas nécessaire, pour expliquer ce phénomène, d'avoir recours à des causes si éloignées. Il s'explique tout naturellement, sans qu'on fasse appel à aucune théorie improbable ni à aucune hypothèse invérifiable, par des faits géologiques bien établis : cette orientation est une direction conséquente, conforme à la pente que présentait le sol lors de la création de ces rivières.

C'était bien la pensée de Ch. de la Vallée Poussin quand il écrivait, en 1896 : « Les cours parallèles de la Geete, de la » Dyle, de la Senne, de la Dendre, de l'Escaut et de la Lys » accusent une discordance entre le présent et le passé. » Dans leur traversée du Brabant et des Flandres, toutes » ces rivières commencent par couler au Nord-Est, fait » contradictoire avec la pente moyenne du plan territo- » rial actuel, lequel s'incline au Nord-Ouest, vers la mer » du Nord » (2).

C'était bien aussi celle de F.-L. Cornet et A. Briart, lorsque, il y a plus de trente ans, ils faisaient dater l'origine des cours d'eau de la plus grande partie de la Belgique, du retrait de la mer pliocène et ajoutaient : « des cours d'eau » se sont, sans nul doute, établis sur le sol émergé en sui- » vant les sillons produits par le retrait de la mer ou les » dépressions qui devaient exister à sa surface. Ces cours

(1) Voir : *Bull. Soc. belge de géol.*, t. XV, *Proc.-verb.*, p. 73, 1901.

(2) Voir *Bull. Acad. roy. de Belg.*, 3e série, t. XXXII, no 12, 1896.

» d'eau ont probablement approfondi et élargi les sillons et » les dépressions pendant que les sables fossilifères d'An- » vers se déposaient sur la côte méridionale de la mer du » Nord » (1).

En 1872, le terme de *cours d'eau conséquents* n'était pas encore créé et cependant on ne pourrait exprimer plus nettement que F.-L. Cornet et A. Briart ne le firent à cette époque, la signification que l'on donne aujourd'hui à cette expression. C'était aussi faire entendre que la direction de la plupart de nos cours d'eau, en désaccord avec la position actuelle de la côte, est conforme avec l'emplacement du rivage à l'époque pliocène.

C'est aussi du retrait de la mer diestienne que Delvaux fait dater l'origine de nos rivières actuelles (2),

En 1897, M A. Rutot esquissa un essai de l'histoire de nos cours d'eau en accord avec ces principes (3). Il considéra le tracé de la Sambre-Meuse comme conforme à l'emplacement de la mer oligocène et ceux de la plupart des rivières du bassin de l'Escaut comme dirigés primitivement vers les rivages des mers pliocènes (voir les fig. 1 à 7 du travail précité).

M. M. Lohest, en 1900, adopta des idées analogues (4) : « ...on est en droit de se demander », disait notre savant confrère, « si les directions vers le Nord ou vers le Nord- » Nord-Est de nos principaux cours d'eau, qui ne sont plus » du tout conséquentes à l'époque actuelle, ne l'ont cependant pas été à une époque antérieure. » Puis il ajoutait : « L'Yser jusqu'à Dixmude et la Lys, sensiblement paral-

(1) F.-L. Cornet et A. Briart. L'homme de l'âge du mammouth dans la vallée de la Haine. *Congrès intern. d'Anthrop. et d'Arch. préhist. Compte rendu de la 6e session.* Bruxelles (1872), 1873.

(2) *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XIX, p. 240. 1891-1892.

(3) A. Rutot. Les origines du Quaternaire de la Belgique. *Bull. Soc. belge de géol.*, t. XI, *Mem.*, 1897.

(4) M. Lohest. De l'origine de la vallée de la Meuse entre Namur et Liége. *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXVII, p. cv, 1900.

» lèles à la Meuse de Namur à Liége, paraissent consé-
» quentes pour l'Oligocène supérieur ; l'Escaut, la Dendre,
» la Senne, la Dyle, la Geete présentent des vallées paral-
» lèles et de direction nord-nord-est : elles sont consé-
» quentes pour la mer oligocène inférieure et peuvent
» l'avoir été également à une époque plus récente ».

§ 19.

Revenons au système des rivières sub-parallèles du bassin de l'Escaut.

Il est une particularité de ce système de cours d'eau qui est aussi remarquable que leur parallélisme approché ; c'est l'espacement sensiblement égal qu'ils présentent entre eux. Et l'on pourrait se demander si, l'hypothèse des failles étant écartée, les vallées ne pourraient correspondre à des *synclinaux* peu accusés des terrains tertiaires.

Nous avons fait ressortir plus haut (chap. Ier, § 2) l'opposition qui existe entre le bassin des Flandres et la partie voisine du bassin de Paris, quant à la direction générale du drainage.

Dans le bassin de Paris, la direction NW. de la Canche à la Seine, est nettement en rapport avec un système de plis orientés dans ce sens. (1) Mais il existe, comme on le sait depuis longtemps, un second système de plis, perpendiculaires à ceux-là. Signalés dès 1863 par Hébert, ils ont été plus tard l'objet d'un travail spécial de cet illustre géologue. (2) L'un de ces plis correspond à la vallée de l'Oise jusque Noyon et M. G. Dollfus le prolonge jusque Guise et même jusque Landrecies. (3)

(1) Voir notamment : G. Dollfus. *Annales de géographie*, 1900.

(2) Hébert. Ondulations de la craie dans le nord de la France. *Ann. des sc. géol.*, t. VII, n° 2.

Voir aussi : G. Dollfus. Recherches sur les ondulations des couches tertiaires dans le bassin de Paris. *Bull. des serv. de la Carte géol. de France*, t. II, n° 14, juillet 1890.

(3) G. Dollfus. *Ibidem*, p. 55.

Si l'on prolonge au-delà de l'axe de l'Artois les plis orthogonaux tracés par Hébert en Normandie et en Picardie, on obtient des lignes qui pénètrent dans le bassin de l'Escaut à peu près parallèlement aux cours de la Lys, de l'Escaut, de la Dendre, etc.

On pourrait peut-être soupçonner ainsi l'existence d'une relation entre la direction de ces cours d'eau et les plissements du second système de Hébert, prolongé dans le bassin des Flandres. Au point de vue tout à fait théorique, on dirait que les deux systèmes de plis perpendiculaires existent au nord comme au sud de l'axe de l'Artois, mais que, dans le bassin de Paris, les plissements NW.-SE. prédominent et déterminent la direction des cours d'eau principaux, alors que, dans les Flandres, au contraire, les plis NE.-SW. sont assez prononcés pour imprimer leur orientation aux rivières, tandis que ceux de l'autre système sont effacés.

Nous venons de voir que, d'après M. G. Dollfus, la haute Sambre se trouve en relation avec le même pli que la vallée de l'Oise, de Guise au confluent (*cinquième pli* de Hébert, en partie ; *axe du Loir* de M. Dollfus). Le même axe, prolongé vers le Nord, coïnciderait avec la vallée de la Senne et, chose à noter, passerait par le *golfe de Havay*, cette curieuse expansion du bassin crétacé du Hainaut.

M. Marcel Bertrand a déjà fait remarquer la coïncidence de la haute vallée de la Lys (en amont de Thérouanne) avec un pli du système orthogonal. La vallée de l'Aa (en amont de Rémilly) correspond, comme l'avait montré M. Parent, à une partie d'un synclinal parallèle au même système. La Laquette et la Nave seraient aussi en rapport avec des synclinaux du système orthogonal [1].

[1] M. Bertrand. Études sur le bassin houiller du Nord et sur le Boulonnais. *Ann. des mines*, juin 1894.

L'axe transversal du Boulonnais semble séparer le bassin de la Hames de celui de la Hem. Enfin, la réapparition de la craie, dans la région du sud de Lille, indiquerait un anticlinal NE.-SW. entre la vallée de la Lys et celle de l'Escaut.

Il est à remarquer que l'axe de l'Artois ne forme pas une séparation brusque entre les deux directions d'écoulement. Nous venons de voir que le cours de l'Oise semble régi par la direction NE.-SW. D'autre part, une série de tronçons du bassin supérieur de l'Escaut, au voisinage de l'axe de l'Artois, coulent dans des directions orientées à peu près NW.-SE. et semblent ainsi en rapport avec une direction de plissement parallèle à celle qui domine dans le nord-ouest du bassin de Paris.

« Le tracé de la Liane jusqu'à Samer correspond », dit M. G. Dollfus [1], « à un synclinal qui se poursuit au nord » de Zoteux et par Ergny, en allant rejoindre le synclinal » central de l'Artois formé par le cours supérieur de l'Aa » de Bourthe à Verchocq, le cours entier de la Traxènes » qui passe à Fruges, la source de la Lys et la vallée » sèche située en amont de Verchin à Anvin, enfin le » cours supérieur de la Ternoise, synclinal précaire bien » mutilé. » Ajoutons qu'on peut, au-delà de Saint-Pol, prolonger le synclinal par la vallée qui s'étend entre la source de la Ternoise et celle de la Scarpe, la vallée de la Scarpe jusque Biache-Saint-Vaast, puis celle de la Sensée jusque Hordain. Le synclinal de la Liane de M. G. Dollfus pénètre donc, à deux reprises, dans le bassin de l'Escaut et imprime aux rivières, sur son passage, une direction voisine de NW.-SE.

Malgré tout l'intérêt que présente ce genre de considérations, nous ne pouvons nous y attarder davantage.

[1] *Annales de géographie*, 1900.

L'hypothèse que nous avons émise plus haut ne pourrait être démontrée que directement, par la construction de coupes géologiques perpendiculaires à l'ensemble du faisceau parallèle des rivières de l'Escaut. C'est un point sur lequel nous nous proposons de revenir spécialement.

CHAPITRE VI.

Les cours d'eau subséquents.

§ I.

Le chapitre précédent a été consacré spécialement à l'étude du drainage conséquent du pays, c'est-à-dire des cours d'eau coulant d'une façon générale du Sud au Nord et nés, pour la plupart, sur un revêtement tertiaire incliné dans ce sens.

Mais nous avons, à plusieurs reprises, fait allusion à des rivières orientées dans des directions sensiblement perpendiculaires aux précédentes et que l'on peut qualifier de *subséquentes,* relativement aux troncs conséquents.

Les plus remarquables de ces rivières sont, d'une part la Sambre-Meuse et la Haine, d'autre part le tronc qui porte successivement les noms de Démer, Dyle et Rupel, auquel on peut, plus ou moins, comparer l'Escaut entre Gand et Termonde. Nous montrerons que la Sambre-Meuse et la Haine, si elles peuvent être qualifiées de subséquentes quant à leur direction par rapport à celle des rivières conséquentes, ne méritent plus ce nom lorsqu'on les envisage au point de vue de leur origine.

Les véritables cours d'eau subséquents doivent leur emplacement à des causes tirées de la nature des roches et à des causes tectoniques *passives.* La Sambre-Meuse, en

aval de Marchienne, et la Haine, dans presque toute son étendue, sont dues, au contraire, à des influences tectoniques *actives*.

Pour le moment, écartons ces cas spéciaux et occuponsnous des rivières que nous pouvons considérer comme de simples cours d'eau subséquents.

§ 2.

Les circonstances dans lesquelles se sont développées les rivières dans la partie de notre pays qu'avait recouverte la mer diestienne se rapprochent beaucoup des conditions théoriques que l'on suppose ordinairement dans l'étude générale de ces phénomènes. Sur une *plaine côtière* absolument typique, se développaient régulièrement, à mesure du retrait de la mer, des cours d'eau conséquents, dont des tronçons importants se sont conservés jusqu'aujourd'hui.

On peut dire *a priori* qu'à mesure du progrès de l'érosion dans les vallées conséquentes primitives, des branches subséquentes sont venues, selon un mécanisme souvent décrit, s'embrancher sur les troncs de premier ordre.

Une grande partie des affluents de la Lys, de l'Escaut, de la Dendre, de la Senne, de la Dyle, etc. sont les descendants de ces rivières subséquentes nées dès l'origine de l'évolution du réseau. Malgré les modifications que les progrès de l'érosion ont amenées dans la topographie du pays et les phénomènes divers qui ont tendu à diversifier l'aspect primitif du drainage, celui-ci a conservé en bien des régions, et d'une façon frappante, ses caractères embryonnaires.

Nous ne pouvons songer à décrire ici tous les exemples de ces dispositions types que l'on peut trouver en parcourant le pays. Nous n'en produirons qu'un seul, pris pour

ainsi dire au hasard, celui du bassin de la Dendre en amont d'Alost (fig. 31).

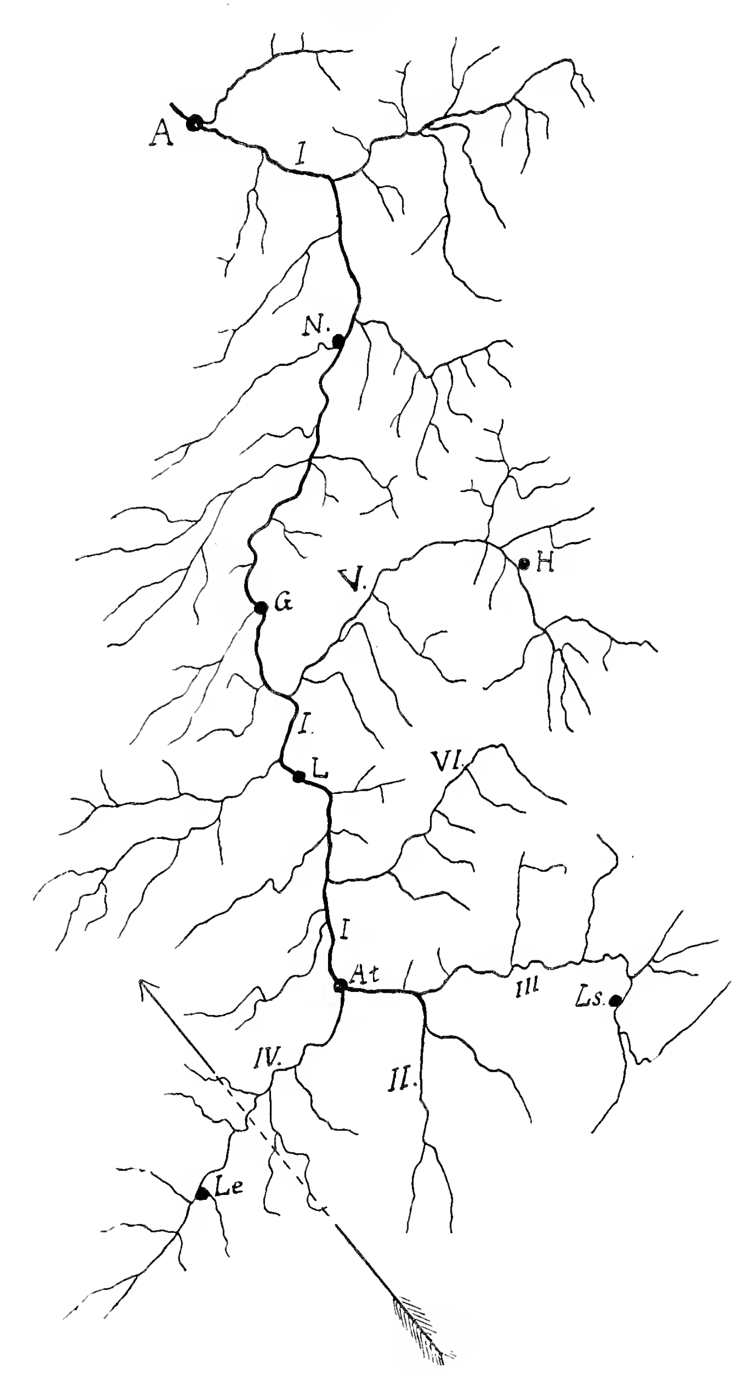


Fig. 31.
Le bassin de la Dendre, en amont d'Alost.

La Dendre elle-même représentant le tronc conséquent de premier ordre, la plupart de ses affluents de droite et de gauche figurent très nettement des rivières subséquentes. Les deux rivières que l'on appelle la Dendre orientale (ou de Lens [*III*]) et la Dendre occidentale (ou de Leuze [*IV*]) appartiennent à cette dernière catégorie, le tronc conséquent qui continue la Dendre principale en amont d'Ath étant la Hunelle [*II*] (1).

§ 3.

L'examen de la figure 31 suscite plusieurs observations intéressantes, qui s'appliquent d'ailleurs à presque toutes les régions du bassin hydrographique de l'Escaut.

(1) A laquelle aboutissait probablement l'Escaut supérieur, passant, à partir de Condé, par la cluse de Blaton (voir p. 344) et le tracé actuel du canal de Blaton à Ath

A. On remarquera d'abord l'asymétrie que présentent les bassins de la plupart des rivières subséquentes, par exemple la *Sille* [*VI*], la *Marcq* [*V*]. Cette asymétrie dans la répartition et la longueur des affluents à droite et à gauche de ces cours d'eau est en relation avec une inégalité dans la pente des parties sud et nord de leur bassin vers le thalweg subséquent. Le versant méridional des bassins des rivières subséquentes est étendu et en pente douce vers le Nord ; des ruisseaux assez longs, parallèles aux troncs conséquents et que l'on peut appeler *troncs conséquents secondaires*, y coulent vers les rivières subséquentes. Le versant septentrional est étroit et en pente notablement plus rapide ; il porte des ruisseaux très courts, coulant au Sud, c'est-à-dire à contre-pente par rapport à l'inclinaison générale des couches tertiaires. Ces particularités s'expliquent aisément : la partie sud du bassin des rivières subséquentes correspond au *plat* des couches tertiaires lentement inclinées vers le Nord ; la portion septentrionale de ce bassin présente, au contraire, la *tranche* de ces couches et les ruisseaux y sont, en quelque sorte, anaclinaux.

B. Quelques affluents méridionaux de rivières subséquentes différentes semblent être dans le prolongement l'un de l'autre et la ligne qui passe de l'un à l'autre est parallèle aux troncs conséquents principaux. Ces ruisseaux représentent probablement des rivières conséquentes primaires morcelées par des captures opérées par les rivières subséquentes. C'est un sujet que nous n'examinerons pas à fond pour le moment [1].

Le bassin de la Lys, en amont de Deynze, présente, surtout du côté oriental, des dispositions analogues. De l'autre côté de ce bassin, un cours d'eau conséquent secondaire a

[1] Cf. W.-M. Davis. The Development of certain English Rivers. *Geographic. Journal*, 1895.

capturé le cours supérieur, subséquent, de la Mandel, et la menait naguère dans la Lys, près de Gothem [1].

Des faits analogues aux précédents s'observent d'ailleurs dans tout le bassin de l'Escaut (voir fig. 34 et 35).

C. On remarque qu'une série de rivières subséquentes forment avec le tracé du tronc conséquent principal un angle aigu vers l'aval si elles s'y jettent par la rive droite et un angle aigu vers l'amont si elles rejoignent ce tronc par la rive gauche. Exemples : la Marcq et la Sille d'une part, l'Ancre et la Dendre de Leuze d'autre part.

Cette disposition est très fréquente dans tout le bassin hydrographique de l'Escaut; on peut même dire qu'elle est la plus générale.

Nous l'interprétons comme suit :

Les rivières conséquentes de premier ordre (Lys, Escaut, Dendre, etc.) coulent vers NNE., en conformité avec la pente générale de la plaine côtière mise graduellement à découvert par la mer diestienne en voie de retrait. Celles des rivières subséquentes qui sont perpendiculaires aux troncs conséquents primitifs, sont les plus anciennes et sont nées sur la nappe pliocène aujourd'hui dénudée.

Cette nappe pliocène recouvrait un substratum de couches éocènes qui ne sont pas inclinées dans le même sens que le Diestien, mais dans une direction très voisine du Nord. Dès que, par suite de la marche de l'érosion, le terrain éocène s'est trouvé mis à nu, il a fait valoir les droits que lui donnait son inclinaison au point de vue de l'orientation des affluents des troncs conséquents. Ainsi sont nés des cours d'eau subséquents, de direction sensiblement est-ouest, formant donc des angles obliques avec les rivières conséquentes.

Ces dernières, de même que leurs affluents perpendicu-

(1) A. Rutot. Les origines du Quaternaire de la Belgique. *Bull. Soc. belge de géol.*, t. XI, *Mém.*, p. 61, 1897.

culaires nés sur une nappe inclinée vers NNE., sont donc en quelque sorte *surimposées* par rapport à l'Eocène, alors que les affluents obliques sont établis conformément à la pente de l'Eocène.

Ajoutons qu'en même temps que les rivières subséquentes obliques, il s'est développé, sous l'influence de la pente de l'Eocène, des cours d'eau conséquents secondaires coulant du Sud au Nord et affluents des rivières subséquentes ou des troncs conséquents de premier ordre. Exemples : la Marcq supérieure, les affluents méridionaux de la Marcq.

§ 4.

Les conditions les plus favorables pour l'établissement d'un système subséquent régulier sont réalisées quand les couches modérément inclinées qui constituent la plaine côtière où s'allongent les rivières conséquentes présentent des alternances d'assises inégalement cohérentes. Les cours d'eau subséquents se créent des vallées monoclinales selon l'affleurement des couches tendres. Ces vallées sont séparées par des massifs élevés [*cuestas* de M. Morris Davis (¹)], offrant, vers le sens du pendage des couches, une pente douce correspondant à peu près au *plat* des assises et, vers l'amont du pendage, une pente raide correspondant à leur *tranche* et se présentant souvent comme un rempart escarpé. La partie orientale du bassin de Paris offre des exemples typiques de cette disposition, devenus classiques depuis longtemps. En plusieurs régions, les massifs parallèles aux cours d'eau subséquents sont devenus, par les progrès de l'érosion, de véritables *crêtes* à versants dissymétriques.

Les terrains du bassin des Flandres, constitués de sables et d'argiles, sont infiniment moins favorables que ceux du

(¹) In *Proceed. of the Geol. assoc.*, t. XVI, p. 75, 1899.

bassin de Paris au développement de ces saillies si frappantes en Lorraine et en Champagne. L'érosion s'est faite chez nous avec beaucoup plus d'uniformité et de rapidité.

Cependant, en étudiant avec soin l'hydrographie et le relief du pays, il est possible d'y retrouver des restes encore bien caractérisés, quoique très oblitérés, de ces *cuestas* qui ont dû autrefois être beaucoup plus nettes.

Nous avons, plus haut (p. M 457), fait remarquer la dissymétrie qui existe dans l'inclinaison des deux versants du bassin des rivières subséquentes. Il résulte de là que les reliefs qui séparent ces cours d'eau présentent vers le Nord un versant en pente douce répondant au plat des couches et vers le Sud un versant plus rapide correspondant à leur tranche.

Mais nous voudrions appeler l'attention sur un cas particulier très remarquable.

§ 5.

Examinons la Carte hypsométrique de la Belgique. Considérons d'abord l'extrémité sud de la province de la Flandre occidentale.

Nous y voyons un cours d'eau, la *Douve*, couler de l'Ouest à l'Est et se jeter dans la Lys à Warneton.

Marchons vers l'Est. A Mouscron naît un ruisseau, la *Grande-Espierre*, qui coule à peu près vers l'Est et va rejoindre l'Escaut près du village du même nom.

A Escanaffles, l'Escaut reçoit la *Rhosnes*, venant de l'Est et continuée dans ce sens, à partir de Wattripont, par le *Meulebeek* de Renaix.

Au-delà, prend sa source le *ruisseau d'Ancre* dont les eaux vont se jeter dans la Dendre près de Lessines.

Un peu en aval de Lessines, la Dendre reçoit la *Marcq*, qui vient de l'Est depuis Hérinnes-lez-Enghien et dont la direction est prolongée dans ce sens par plusieurs affluents.

Plus loin, la série que nous envisageons ici est continuée, d'une façon moins nette, par une succession d'affluents de la Senne et de la Dyle, mais il nous suffira pour le moment de nous arrêter à la Senne.

Tous les petits cours d'eau que nous venons d'énumérer sont des affluents subséquents obliques de la Lys, de l'Escaut et de la Dendre. Au-delà de la Douve, par où nous avons commencé cette énumération, nous trouvons encore plusieurs ruisseaux de direction est-ouest, affluents ou sous-affluents de la Lys française. Plus à l'Ouest encore, nous trouvons le ruisseau *Peene-Becque*, affluent subséquent du haut Yser.

Or nous constatons que, du Peene Becque à la Marcq, tous ces ruisseaux bordent au Sud le relief, allongé également de l'Ouest à l'Est, qui commence au Mont-Cassel et vient se raccorder aux hauteurs du sud de Bruxelles, formant le trait orographique le plus remarquable des Flandres. Ce trait de notre hypsométrie est la série des *collines des Flandres*, débutant au *Mont-Cassel* (ou même au *Mont-de-Watten*, plus à l'Ouest) et venant aboutir aux hauteurs du Brabant par le *Mont-Kemmel*, les *collines de Renaix*, celles *de Grammont*, le *Mont-de-Castre*, etc.

En réalité, les collines des Flandres ne sont que les parties culminantes de ce relief dont la disposition d'ensemble présente des caractères très intéressants, déjà très effacés sur la plus grande longueur du système, mais encore très nets en plusieurs régions. Par exemple, dans les *collines* dites *de Renaix*, qui s'étendent sur une ligne exactement est-ouest depuis le Mont-du-Bois-de-Flobecq, à 8 kilomètres de la Dendre, jusqu'au Mont-de-l'Enclus, à 2 kilomètres de l'Escaut.

Des coupes menées du Sud au Nord à travers ces hauteurs, par exemple celles qui passent par le Mont-de-l'Hotond, par le Musiekberg (fig. 32) ou par le Pottelberg,

montrent des pentes relativement douces vers le Nord, dans le sens de l'inclinaison des couches et une déclivité plus rapide vers le Sud, du côté du fossé subséquent qui longe le pied de l'escarpement.

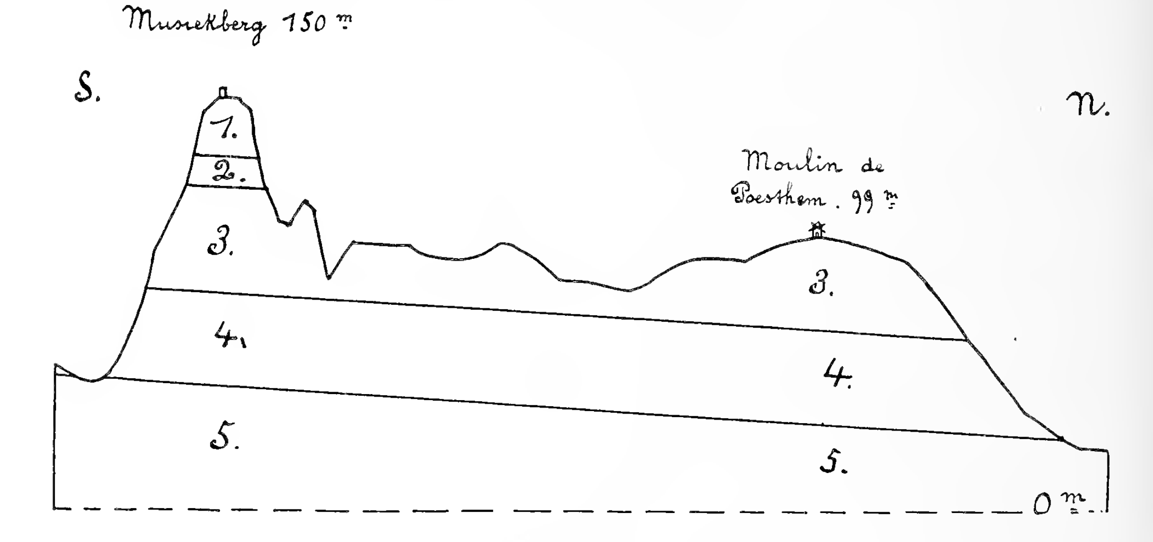


Fig. 32.

Coupe nord-sud passant par le Musiekberg, près de Renaix, et le moulin de Poesthem.

Le système des collines de Renaix, dont les parties les plus élevées sont restées, comme à dessein, recouvertes de lambeaux de terrain diestien, représente très clairement un segment d'une *cuesta*, taillé dans la plaine côtière primitive et mis en relief par le creusement des vallées subséquentes. Ce segment se présente comme une arête dissymétrique, déjà fortement démantelée par l'érosion, mais néanmoins encore très reconnaissable.

L'érosion régressive opérée par les affluents de l'Escaut a ménagé, entre le Pottelberg et Roosebeke, une crête élevée qui s'étend vers le Nord entre des ruisseaux conséquents secondaires, sous-affluents de l'Escaut (Zwalm supérieure, etc.).

Au Sud, un prolongement analogue a été laissé en relief par l'érosion régressive des affluents subséquents de l'Escaut et de la Dendre et forme une crête, contre-partie de

la précédente, qui se termine près de Frasnes-lez-Buissenal et par où passe la ligne de partage des eaux Escaut-Dendre.

Ces deux prolongements donnent à l'ensemble du système des collines de Renaix sa disposition cruciale caractéristique.

Les collines de la Flandre occidentale et de la Flandre française font partie d'un segment de *cuesta* beaucoup plus démantelé que celui de Renaix. Entre la Lys et l'Escaut, il n'en reste plus que des vestiges (hauteurs des environs de Belleghem, Sweveghem, etc., entre lesquelles on a pu mener le canal de Bossuyt).

Nous croyons avoir, dans ce qui précède, réussi à mettre en évidence la *signification morphologique des collines de la Flandre* : ces collines sont les restes de la crête culminante d'une *cuesta* sculptée profondément par l'érosion [1].

Cette *cuesta* étant limitée par des cours d'eau subséquents *obliques*, dont l'orientation est régie par le sens de l'inclinaison de l'Eocène, sa direction générale est parallèle à celle de ces cours d'eau, c'est-à-dire qu'elle est, qu'elle doit être est-ouest.

Ainsi s'explique, tout naturellement, l'orientation des collines flamandes, sur une ligne presque exactement est-ouest, sans qu'il soit besoin, pour comprendre cette disposition *nécessaire*, de faire appel à des *causes profondes*.

C'est pourtant par de causes semblables qu'on expliquait autrefois cet alignement. Bien plus, c'est à des causes

(1) Ajoutons qu'il reste dans le pays beaucoup d'autres témoins analogues dont l'analyse, facile à faire, demanderait de trop longs développements pour prendre place ici. C'est un des points sur lesquels nous nous proposons de revenir.

profondes, à des phénomènes d'éjaculation, que l'on attribuait l'origine des collines elles-mêmes.

Personne, aujourd'hui, en comparant les superpositions stratigraphiques que l'on peut observer dans les diverses collines des Flandres, n'hésite à voir dans ces mamelons des *témoins de dénudation*. Et cependant cette notion si simple n'a pénétré dans l'esprit des savants qu'à une époque relativement récente.

J. d'Omalius d'Halloy, on le sait, a professé sur ces matières, depuis le début de sa longue carrière jusqu'à son dernier jour [1], des opinions qui nous remplissent aujourd'hui d'étonnement.

Pour d'Omalius, les roches sédimentaires, y compris nos argiles tertiaires et nos limons pleistocènes, ne proviennent qu'exceptionnellement de la désagrégation de roches préexistantes ; la plupart sont constituées directement par des matériaux venus des entrailles de la terre par des cheminées ou des fissures [2].

Quant à son opinion sur l'origine des collines des Flandres, la voici :

« ... Les sables de Diest forment le couronnement d'une » chaîne de collines qui s'étend au milieu de plaines moins » élevées. Or, pour supposer qu'ils aient été amenés dans » cette position par des eaux superficielles, il faudrait » admettre qu'il y a eu dans ces contrées une vaste nappe » de nature analogue, qui a été dénudée et dont les collines » actuelles ne sont plus que les témoins ; mais, outre que » nous ne pouvons concevoir une force de dénudation suffi- » sante pour avoir enlevé, sauf deux petits massifs de » collines, toute la partie de cette immense nappe qui se » serait étendue du Pas-de-Calais à la Dyle, on doit, en sup-

[1] J. d'Omalius est mort en 1875, la même année que Lyell.

[2] Voir entre autres : *Bull. Soc. géol. de France*, 2e série, t. XXVII, p. 546, 1870.

» posant la possibilité d'une semblable action, se demander » comment il se fait que cette immense masse de matière en » mouvement n'ait plus laissé de trace de son passage. » Si l'on suppose, au contraire que, à une époque où ces » contrées étaient encore sous l'eau, il s'est formé entre » Cassel et Diest une grande fente, sur plusieurs points » de laquelle il est sorti du sable et des matières ferrugi- » neuses, on sentira que ces matières ont dû prendre pré » cisément la disposition que nous leur voyons...

» Si, d'un autre côté, nous comparons la direction géné- » rale de cette grande fente avec celle des systèmes de » montagnes admis par M. Elie de Beaumont, nous ver- » rons qu'elle est sensiblement la même que celle du » Tatra » ([1]).

J.-C. Houzeau, dans l'*Essai d'une géographie physique de la Belgique* (1854) décrit les collines des Flandres comme des *témoins de dénudation* (pp. 137, etc.), ce qui résultait d'ailleurs, à l'évidence, des études d'André Dumont ; mais, chose qui parait peu conciliable avec cette opinion, Houzeau partage la manière de voir de d'Omalius quant à l'origine « éruptive » des sables diestiens et à la signification de l'alignement est-ouest des collines.

« Il semble », dit Houzeau, « qu'une crevasse... se soit » ouverte... depuis St-Omer jusqu'en Campine. On » retrouve, en effet, dans cette direction, des dépôts de » sables rougeâtres ou bruns, souvent mêlés de grès ferru- » gineux, et connus sous le nom de *sables de Diest*. Tout » annonce que ces sables ont été chassés du sein de la » terre, à travers la crevasse béante, et par un véritable » procédé d'éjaculation. Ils sont montés, entraînés par

([1]) Coup d'œil sur la géologie de la Belgique, p. 11, 1842.
Abrégé de géologie, 7e édition (y compris celles publiées sous les titres d'Eléments et de Précis de géologie), p. 557, 1862. La 8e édition (Précis élémentaire de géologie) date de 1868

» des eaux ascendantes ; arrivés à la surface, ils se sont » disposés en buttes sur les ouvertures. Mais comme la mer » recouvrait problablement encore les lieux où ils ont fait » leur apparition, ces buttes, formées sous l'eau, se sont » aplaties et étalées ; elles recouvrent les points d'éjacula- » tion comme des chapeaux.

» On trouve ces sables sur la partie la plus élevée du » Mont-Cassel et du Kemmelberg, dont ils forment les » couronnes. On les suit par le sommet des collines de » Renaix à Grammont et par le dépôt de Grœnendael dans » la forêt de Soignes [1]), jusqu'à la Montagne-de-Fer, près » de Louvain. A partir d'ici, ils acquièrent un plus grand » développement, composent les mamelons du Hageland, » entre Louvain et Diest et se prolongent jusqu'en » Campine » (pp. 126-127).

Plus loin, Houzeau voit des rapports entre l'alignement des collines flamandes et celui des massifs éruptifs de Hozémont, Quenast et Lessines.

« L'alignement remarquable des éjections de porphyre » se continue par la rangée de collines qui va de Lessines » à Renaix pour se terminer par la haute butte du Mont- » de-l'Inclus. Les éminences du Kemmelberg et de Cassel » sont encore dans la même direction ; mais le Mont-de-la- » Trinité, près de Tournai, se tient un peu en-dehors de » cette ligne » (p. 143).

Si nous avons cru bon de rappeler ces opinions anciennes, c'est que les théories de d'Omalius sont, encore aujourd'hui, articles de foi pour beaucoup de personnes qui dissertent de la géographie physique de la Belgique.

Mentionnons encore que M. G. Dollfus, dans un intéressant travail déjà cité plusieurs fois dans ce qui précède ([2]),

([1]) Ce « dépôt de Grœnendael » est, comme on le sait, de l'Eocène bruxellien.

([2]) *Annales de géographie*, n° 46, 15 juillet 1900.

rapporte, sans toutefois insister beaucoup, l'alignement des collines flamandes à un anticlinal hypothétique du substratum primaire. Notre estimé confrère ajoute : « l'orientation de ces collines ne peut s'expliquer par un » ravinement hydrographique, comme pour les collines » tertiaires du Brabant ». Nous pensons avoir réussi à démontrer, au contraire, que cette explication est très facile.

Nous croyons que M. Gosselet se rapprochait beaucoup plus de la bonne interprétation quand il disait que l'alignement des collines de la Flandre française « prouve que » l'érosion qui a enlevé à la plaine toute l'épaisseur des » sables diestiens et éocènes qui la recouvraient primitive- » ment, a été produite par des courants dirigés E.-W. ou » W.-E. » (1).

§ 6.

A partir de la ligne qui passe par Gand, Termonde, Malines, Diest et Hasselt, la direction conséquente de la Lys, de l'Escaut, de la Dendre, de la Dyle, de la Gette et du haut Démer est brusquement interrompue et remplacée par un écoulement est-ouest et ouest-est. Le Rupel, prolongé par la Dyle, puis par le Démer, de même que l'Escaut de Gand à Termonde et que la Durme, jouent le rôle de cours d'eau subséquents. D'autre part, les affluents septentrionaux du tronc Rupel-Dyle-Démer coulent d'une façon générale vers le Sud-Ouest, c'est-à-dire presque à l'encontre de la direction des rivières au sud de ce tronc (fig. 33).

Ce drainage est en désaccord avec le sens de l'inclinaison des sédiments pliocènes les plus récents (amstélomoséens) et, par conséquent, avec la direction du retrait

(1) In *Bull. Soc. belge de géol.*, t. IX, p. 436, 1895.

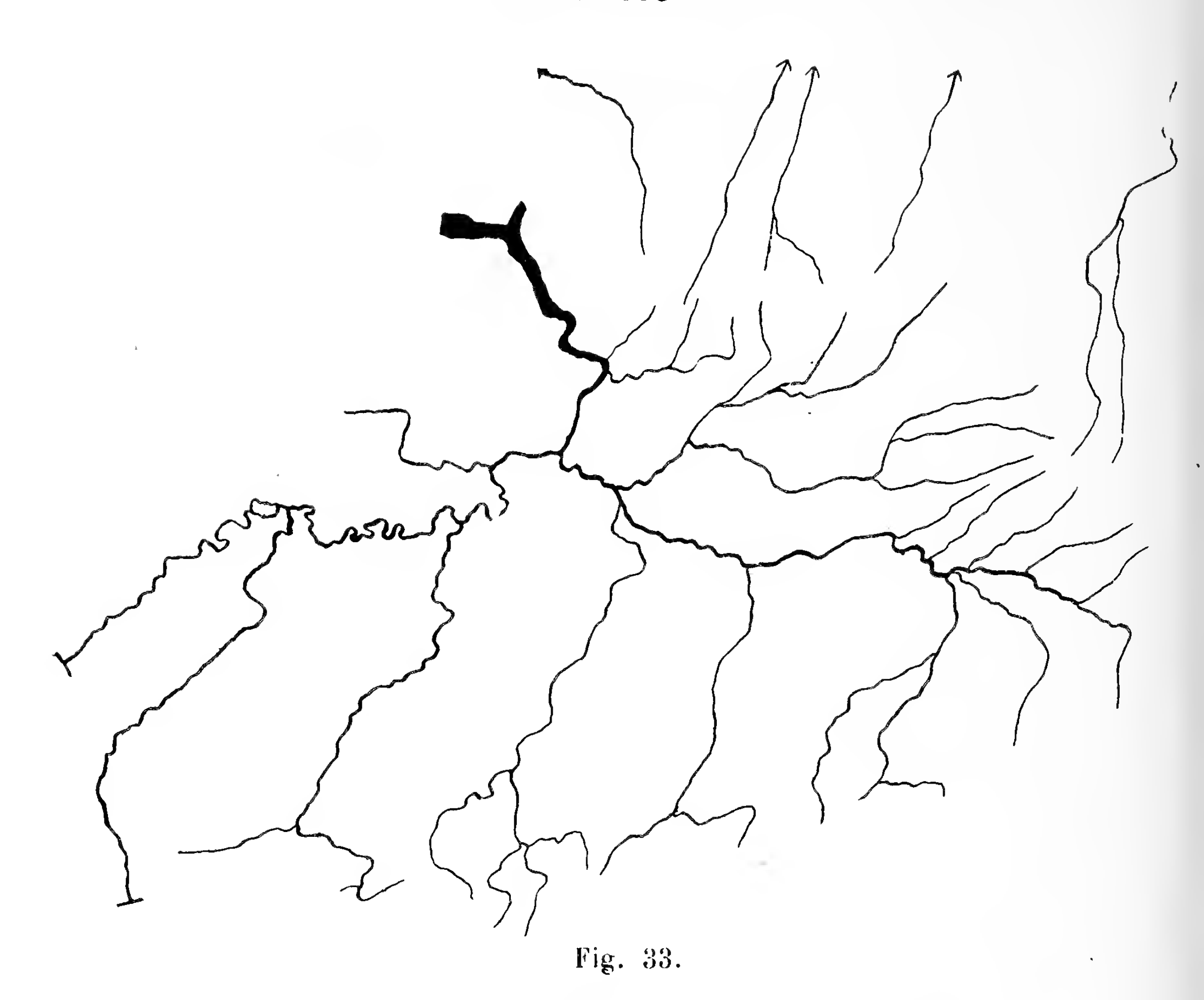


Fig. 33.

Rapports des rivières du bassin de l'Escaut.

de la dernière mer pliocène qui ait séjourné dans le nord du pays.

Il s'agit d'expliquer comment il se fait que toutes les rivières du nord de la Sambre-Meuse interrompent brusquement leur cours conséquent vers le Nord-Nord-Est et se réunissent pour former le fleuve qui passe devant Anvers.

A l'Escaut d'Anvers aboutissent, près de Rupelmonde, comme à un tronc d'arbre, deux grosses branches : l'une venant de Gand, l'autre descendant de Hasselt ; sur ces deux axes divergents s'abouchent une série de branches secondaires, de direction à peu près perpendiculaire, depuis la Lys jusqu'au haut Démer.

Il y a là une disposition très remarquable que l'on peut comparer à celle d'un arbre taillé *en espalier*.

Or, cette disposition d'un système hydrographique est bien connue. C'est celle qui se présente fréquemment, dans les circonstances normales, quand un réseau hydrographique se développe à la surface d'une plaine côtière régulière, pendant que se fait un abaissement continu du niveau de base ([1]). Des cours d'eau conséquents s'embranchant les uns dans les autres à mesure du retrait de la mer engendrent un tronc important (tel l'Escaut d'Anvers engendré, par exemple, par la Dendre et la Senne). Des affluents subséquents de ce tronc puissant, poussant leur tête vers l'amont, arrivent à capturer des rivières conséquentes primitives voisines, parallèles au tronc principal (tel l'Escaut de Wetteren allant capturer l'Escaut d'Audenarde et la Lys et, de l'autre côté, la Dyle de Malines allant s'emparer de la Dyle de Louvain, de la Gette et du haut Démer). C'est ce que nous représentons d'une façon schématique dans la figure 34.

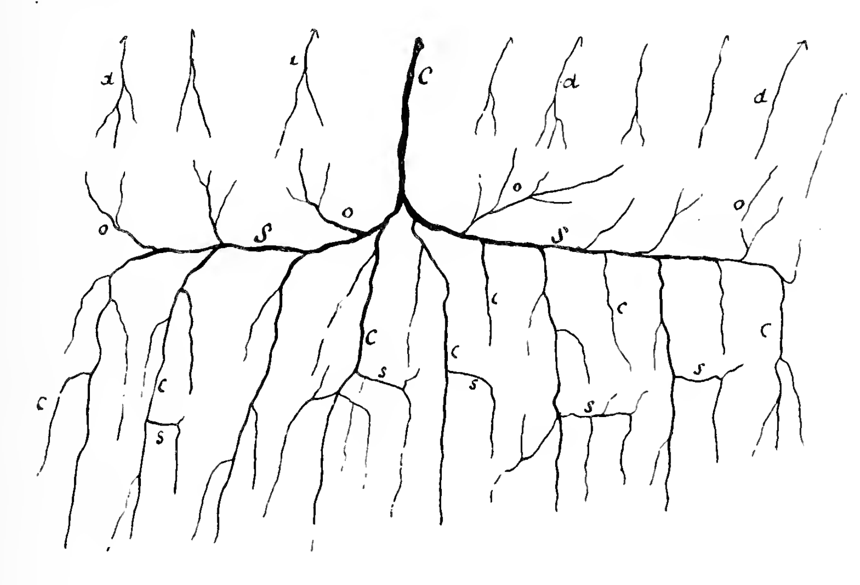


FIG. 34.

Schéma relatif au § 6.

([1]) Voir entre autres : W.-M. DAVIS. The Development of certain English Rivers. *Geogr. Journ.*, febr. 1895.

J.-C. RUSSELL. River Development.

On voit que les affluents septentrionaux du tronc Rupel-Dyle-Démer peuvent être considérés comme dérivant de rivières *obséquentes* (cf. M. Lohest. *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXVII, p. cxiv, 1900).

Ces phénomènes trouvent maintes applications de détail dans notre pays. Nous ne citerons pour exemple [1] que le bassin de la haute Dyle en amont d'Ottignies (fig. 35). Nous

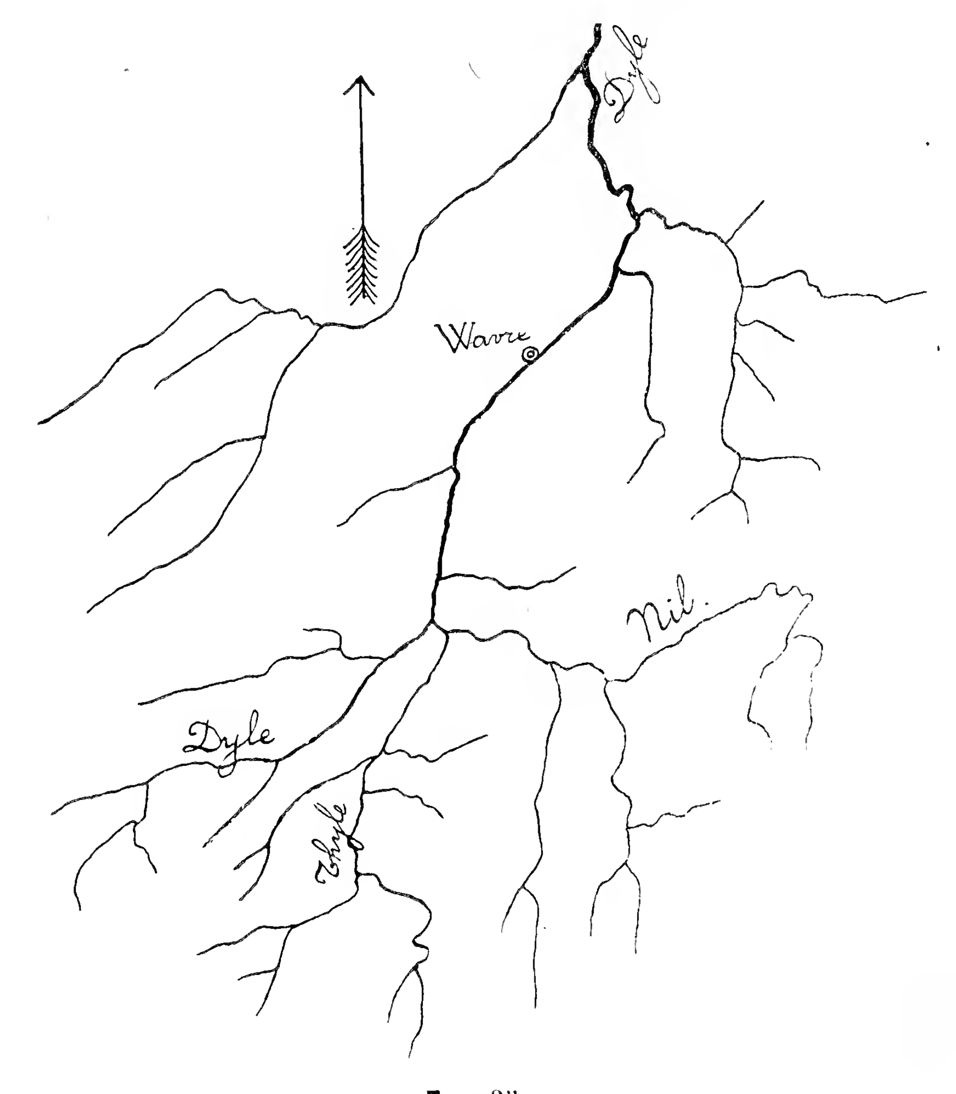


Fig. 35.

Bassin supérieur de la Dyle.

croyons qu'ils peuvent s'appliquer à la disposition en espalier de l'ensemble du bassin de l'Escaut. C'est la façon la

(1) Voir aussi la figure 31.

plus rationnelle d'interpréter cette disposition, celle qui est le mieux en rapport avec les lois générales du développement des cours d'eau et elle peut parfaitement se concilier avec tous les faits géologiques positifs.

Les recherches de M. Rutot [1] nous ont appris que, lorsque la mer du Pleistocène supérieur a inondé le nord de la Belgique en marchant de l'Ouest à l'Est, elle y a trouvé un système de vallées presque identique au tracé des rivières actuelles ; en les remplissant de sable (sables flandriens , elle en a pour ainsi dire moulé la forme pour nous la conserver intacte.

D'après M. Rutot, antérieurement à l'invasion flandrienne, l'Escaut d'Anvers n'existait pas et le déversoir commun des rivières du nord de la Sambre-Meuse continuait le haut Escaut au nord de Gand [2].

La façon dont M. Rutot interprète la genèse de l'Escaut d'Anvers ne nous satisfait pas complètement. Mais l'absence d'alluvions anciennes sous le lit du fleuve semble bien prouver son origine récente [3].

Il est bien établi, en outre, par des documents historiques, que l'Escaut, à partir de la frontière néerlandaise, se continuait jadis vers le Nord en suivant le tracé de l'Eendracht, par Tholen, etc. Le Hont et l'Escaut oriental, qui *simulent* un double estuaire d'un fleuve puissant, ne sont que des criques de formation toute moderne [4]. Ces

(1) A. Rutot. Les origines du Quaternaire de la Belgique. *Bull. Soc. belge de géol.*, t. XI, *Mém. spécial*, pp. 58-69, 1897.

(2) Nous ferons remarquer qu'il s'agit ici du prolongement de l'Escaut au nord de Gand à l'époque *pleistocène*. Les rapports de l'Escaut de Gand ou de la Lys avec le Braakman, dans des temps tout à fait modernes, quoique paraissant résulter de certains documents historiques, ne sont pas, à notre connaissance du moins, géologiquement démontrés.

(3) E. Van den Broeck in *Bull. Soc. belge de géol.*, t. III, *Proc.-verb.*, p. 193, 1889.

(4) J. Lorié. Les métamorphoses de l'Escaut et de la Meuse. *Bull. Soc. belge de géol.*, t. IX, *Mém.*, p. 58, 1895.

bouches de l'Escaut sont le résultat d'inondations par lesquelles la mer est venue, en quelque sorte, *capturer* l'Escaut d'Anvers.

Les dimensions de ce pseudo-estuaire sont hors de proportion avec le faible débit d'eau douce qu'y jette l'Escaut [1]. Ce n'est que par un hasard d'équilibre que le jeu des marées parvient à y entretenir un thalweg accessible aux grands navires et l'on comprend combien il serait imprudent, au point de vue de la navigabilité de l'Escaut, de risquer de modifier artificiellement, par une *coupure* quelconque, cet état de choses exceptionnel et d'ailleurs très récent.

Il serait étonnant que la direction du tronc Rupel-Dyle-Démer n'eût pas été considérée par les géographes de l'école de d'Omalius comme due à une dislocation du sol. En effet, J.-C. Houzeau, dans l'ouvrage déjà maintes fois cité, la met en rapport avec une faille datant de l'époque miocène et parallèle à la « *fente* », le long de laquelle se sont alignées les collines de Renaix (p. 126).

§ 7.

Il existe en Belgique une catégorie spéciale de rivières subséquentes ; ce sont celles qui se rencontrent dans la partie primaire du pays, au sud de la Sambre-Meuse. Un simple coup d'œil jeté sur la Carte géologique montre qu'il y a, dans cette région, des relations évidentes entre l'orientation des plis paléozoïques et la position des anticlinaux et synclinaux d'une part et, d'autre part, l'emplacement d'un grand nombre de vallées, parallèles, dans l'ensemble, à celle de la Sambre-Meuse.

Cette disposition, surtout remarquable dans le Condroz, avait, dès 1828, comme nous l'avons déjà vu (voir pp. M 323-

[1] D'après M. l'ingénieur Verstraeten, le débit moyen d'eau douce dans l'Escaut maritime est de 116 à 127 mètres cubes par seconde.

325), appelé l'attention de d'Omalius d'Halloy. Il avait parfaitement distingué ces *vallées longitudinales* « droites, » larges, peu enfoncées, bordées de coteaux en pente douce » et dirigées régulièrement du Nord-Est au Sud-Ouest, ce » qui divise la surface de la contrée en collines longues » et étroites, » d'avec les vallées transversales « beaucoup » plus profondes, irrégulières, dirigées en tous sens, qui » rompent et déchirent les premières ». J. d'Omalius avait, de plus, reconnu que les vallées longitudinales « sont en » rapport avec la constitution géologique du pays, en ce » sens que les collines longitudinales qui les séparent sont » généralement composées de schistes et de psammites, » tandis que le calcaire domine dans les vallées » (1).

Plus tard, il déclare que ces vallées sont *le résultat des plissements.* (2)

Bien que la plupart de ces vallées longitudinales coïncident avec des synclinaux, on ne peut les considérer comme des *vallées synclinales* au sens ordinaire du mot, comme l'a fait M. G. Velge (3). Les rivières qui y coulent ne se sont pas établies dans des synclinaux topographiques, à la façon des vallées synclinales du Jura. Si elles se sont placées au-dessus des synclinaux du sous-sol, c'est que la partie axiale de ces synclinaux est occupée par des calcaires dont l'érosion chimique, par le dessus et par l'intérieur de leur masse, a amené la formation de dépressions du sol coïncidant, nécessairement, avec l'axe des synclinaux. (4)

(1) Mémoires pour servir à la description géologique des Pays Bas, etc., p. 32.

(2) Coup d'œil sur la géologie de la Belgique, p. 113, 1842.

(3) *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXV, p. 57, 1897-1898.

(4) A. Rutot. Notes sur quelques coupes de l'Eocène observées dans le massif tertiaire au sud de la vallée de la Sambre. *Bull. Soc. belge de géol.*, t. I, *Mém.*, p. 192, 1887.

A. Rutot et E. Van den Broeck. Du rôle géologique des vallées d'effondrement dans les régions à zones calcaires de la haute Belgique. *Ibidem*, t. II, *Proc.-verb.* p. 9, 1888.

Ce qui montre bien, d'ailleurs, que cette disposition est due à la nature même des calcaires, c'est que les vallées longitudinales de ce type se présentent aussi dans des couches monoclinales (le ruisseau de Tailfer, etc.) et parfois même le long d'anticlinaux.

Les rivières du Condroz se sont établies sur un revêtement tertiaire reposant sur une surface de dénudation qui coupait les plis anticlinaux. Cette surface n'était pas nécessairement régulière, car, pendant la période d'érosion qui l'avait façonnée, la nature des roches avait dû, comme aujourd'hui, faire sentir son influence sur la topographie. Mais le fait que le drainage principal de ce pays se fait vers le Nord montre qu'au début du cycle géographique actuel, la surface tertiaire sur laquelle s'allongeaient les cours d'eau conséquents était régulièrement inclinée dans ce sens.. Plus tard, en même temps que les cours d'eau conséquents se surimposaient à travers les plis primaires et que le manteau tertiaire s'amincissait, les masses calcaires du milieu des synclinaux, soumises à l'action extérieure et intérieure des eaux d'infiltration, provoquaient la naissance de dépressions allongées perpendiculairement aux troncs conséquents, et les affluents de ces derniers, parmi lesquels il y avait sans doute beaucoup de cours d'eau subséquents, déjà perpendiculaires, *s'adaptaient* graduellement à la modification de la surface topographique.

L'aspect particulier du drainage du Condroz est dû simplement, pensons-nous, à ce fait : *adaptation* des affluents des rivières conséquentes à une topographie particulière, résultat de la structure et de la composition géologique du sol primaire et que la marche de l'érosion mettait graduellement en évidence.

Les cours d'eau conséquents principaux de la région sont, d'une façon générale, indépendants, dans leur tracé,

de ces influences, encore qu'elles se fassent, par endroits, sentir d'une façon très nette [1].

Mais il existe des rivières conséquentes de moindre importance dans le cours desquelles l'influence de la nature du sol primaire et de la tectonique se manifeste par des déviations fréquentes. Nous citerons comme exemples, les ruisseaux de Samson, de Malonne, de Falisolle. Il s'agit probablement de cours d'eau trop faibles pour avoir pu s'ouvrir une tranchée entièrement transversale à mesure qu'ils ont entamé le sol primaire.

Ajoutons que ce ne sont pas seulement les bandes calcaires qui, par leur érosion rapide, ont favorisé la naissance de vallées secondaires. Les schistes se sont souvent comportés de même. Des bandes de roches très résistantes telles que le poudingue de Burnot ont parfois, par des causes contraires, produit des effets analogues.

Il est évident, d'après ce que nous avons dit plus haut des caractères que pouvait présenter la surface de dénudation pré-tertiaire, que la modification de la surface topographique, due en général à des phénomènes du cycle actuel, a pu résulter en partie simplement de la remise à découvert de cette surface de dénudation, accidentée, au cycle précédent, par des causes analogues.

Mais nous voulions montrer que l'on peut interpréter l'origine des vallées longitudinales du Condroz, etc., en admettant que tous les cours d'eau de la région sont épigénétiques, qu'ils ne sont pas nés sur le sol primaire.

[1] La nature épigénétique des affluents méridionaux de la Sambre-Meuse a été clairement énoncée, pour ce qui concerne l'Entre-Sambre-et-Meuse, par M. H. de Dorlodot, en 1899, dans le *Bull.. Soc. belge de géol.*, t. XIV, p. 144, 1900.

CHAPITRE VII.

Les cours d'eau transséquents.

§ 1er.

Dès avant 1828 [1], d'Omalius constate que la Sambre, « au lieu de suivre, comme l'Escaut, la pente générale du » terrain vers le Nord, paraît être détournée par les petites » collines de sable qui forment l'arête entre le bassin de la » Sambre et celui de la Senne et que, cependant, cette » arête est beaucoup moins élevée que les plateaux de » roches dures que la Sambre traverse entre Charleroi et » Namur ». Il est d'avis que ce phénomène ne peut se comprendre par la théorie du creusement des vallées par l'action érosive des eaux, mais « qu'il s'explique d'une » façon fort simple dans celle qui attribue l'origine des » vallées à des crevasses dont les eaux auront profité pour » s'écouler ».

Plus tard [2], d'Omalius revient sur ce sujet. Il attribue à une fracture la vallée où coulent la Sambre et la Meuse depuis Maubeuge jusque Liége et, se basant sur sa direction et sur diverses autres considérations, il rapporte cette fracture au système des *Alpes orientales* ou *principales* d'Elie de Beaumont. C'est aussi l'opinion adoptée par Houzeau en 1854.

En 1899, dans une courte note présentée à la Société géologique de Belgique, après avoir exposé brièvement quelques-uns des faits qui ont été développés plus haut (chap. II), nous avons émis l'opinion que « la Sambre- » Meuse doit sa naissance à des phénomènes d'ordre » interne, dont le principal est une accentuation du syn-

[1] Mémoires pour servir à description géologique des Pays-Bas, etc., 1828, p. 33.
[2] Coup d'œil sur la géologie de la Belgique, 1842, p. 117.

» clinal devono-carbonifère du bassin géologique de Namur
» qui se produisit vers la fin de l'époque tertiaire » (1).

Nous désirons tout d'abord faire bien comprendre notre pensée. Nous avons, dans la note précitée, de même que nous l'avons fait, d'une façon plus développée, dans le présent travail, démontré le caractère épigénétique de la Sambre-Meuse ; il est donc clair que nous admettons que ce fleuve a pris naissance sur un manteau tertiaire. Des mouvements dans le synclinal primaire sous-jacent ont incurvé les couches tertiaires en un synclinal très peu accusé. La Sambre-Meuse a pris naissance dans ce synclinal tertiaire, puis s'est surimposée dans le substratum primaire.

Ce n'est donc pas la vallée *actuelle* de la Sambre-Meuse que l'on peut qualifier de vallée synclinale. Dans son état présent, c'est une vallée d'érosion pure.

A la suite de la communication que nous venons de rappeler, notre savant confrère M. Max. Lohest a présenté de très intéressantes considérations sur le même sujet (2). Mais notre point de départ est différent du sien. M. Lohest rapporte la création de la plupart de nos cours d'eau à l'époque oligocène. Pour notre estimé confrère, nos rivières à cours nord-nord-est seraient conséquentes par rapport à la mer oligocène inférieure quoique pouvant l'avoir été également à une époque plus récente, tandis que la Meuse de Namur à Liége, de même que l'Yser jusque Dixmude et la Lys seraient conséquents par rapport à la mer oligocène supérieure. M. Lohest, on le voit, ne tient pas compte de l'importante transgression de

(1) Considérations sur l'évolution de la Sambre et de la Meuse. *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXVII, p. LXVI, 1899-1900.

(2) De l'origine de la vallée de la Meuse entre Namur et Liége. *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXVII, p. CV, 1899-1900.

la mer pliocène qui est venue effacer, jusqu'au sud de la Sambre-Meuse, toute trace des systèmes hydrographiques antérieurs.

§ 2.

Le cas de la production d'un anticlinal au travers du tracé d'un cours d'eau a été envisagé à différentes reprises par les géologues [1] et a servi à expliquer certaines vallées transversales par la théorie de l'antécédence.

Mais jamais, à notre connaissance, on n'a étudié ce qui se passe quand un synclinal, ou du moins une dépression linéaire, naît lentement sur le trajet d'une rivière et, en particulier, en travers d'un système de cours d'eau conséquents parallèles.

Or, dans notre manière de voir, c'est précisément ce qui s'est produit sur l'emplacement actuel de la vallée de la Sambre-Meuse, du moins entre Marchienne et Liége.

Lorsque, considérant la Carte géologique de Belgique, l'on voit la Sambre, puis la Meuse, entre ces deux points, suivre d'une façon presque constante la zone houillère du bassin de Namur, on comprend aisément que cette coïncidence ne peut-être fortuite.

Plus à l'Ouest, nous voyons un cours d'eau, moins important, il est vrai, la Haine, couler également, mais en sens inverse, au-dessus du bassin houiller. Ici, certainement, la coïncidence n'est pas due au hasard. Nous avons longuement démontré (chapitre IV) que la Haine coule dans un synclinal tertiaire et crétacé. De Carnières à l'Escaut, mais spécialement en aval de Mons, sa vallée est une *vallée synclinale proprement dite* (*Muldenthal* ; *Symptygma* de Löwl), c'est-à-dire que ses versants sont

[1] Par M. Tietze, principalement.

constitués par le relèvement des deux ailes du pli synclinal.

Ce synclinal tertiaire et crétacé est superposé au terrain houiller et il est facile de voir que, si le niveau de base de la Haine venait à s'abaisser de plusieurs centaines de mètres, l'érosion enlevant petit à petit les assises tertiaires et crétacées, la Haine finirait par tailler sa vallée dans le terrain houiller lui-même. Elle acquerrait ainsi une vallée épigénétique qui ne mériterait plus le nom de vallée synclinale proprement dite, mais dont l'emplacement serait la conséquence de l'existence d'un synclinal tertiaire et crétacé disparu.

Or, la vallée de la Sambre-Meuse est bien — nous croyons avoir mis ce point hors de doute — de nature épigénétique ; elle a pris naissance sur un revêtement tertiaire. Et aujourd'hui, elle est creusée presque partout, en aval de Marchienne, dans le terrain houiller.

Il nous est donc permis de comparer ce qu'est aujourd'hui la vallée de la Sambre-Meuse avec ce que serait celle de la Haine dans les circonstances supposées plus haut.

Tout ce que nous avons dit de la vallée de la Haine étant admis, nous pouvons aussi admettre que la *position* de celle de la Sambre-Meuse est due à des causes *primitives* analogues. Toutefois, dans le cas de la Sambre-Meuse, le manteau tertiaire a disparu et la surimposition est un fait accompli. Par conséquent, dans son état actuel, la vallée de la Sambre-Meuse n'est plus une *vallée synclinale proprement dite* (*Muldenthal*, *Symptygma*). Le synclinal tertiaire disparu n'a servi qu'à *amorcer* le phénomène de surimposition dans les terrains primaires.

En d'autres termes, dans le cas de la Sambre-Meuse, la vallée synclinale *structurale* a disparu ; la vallée actuelle est entièrement *sculpturale*.

§ 3.

Pour établir l'origine synclinale de la vallée de la Sambre-Meuse en aval de Marchienne, nous la comparons à celle de la Haine et nous raisonnons *par analogie*.

Est-ce à dire que les preuves directes nous font complètement défaut ?

Dans la vallée de la Haine, l'inflexion synclinale des couches tertiaires est manifeste (fig. 24, 25, 26 et 27). Dans celle de la Sambre-Meuse, le Tertiaire est presque partout trop dénudé pour nous permettre d'y constater la présence d'une telle inflexion. Les lambeaux de Bruxellien de l'Entre-Sambre-et-Meuse ont leur base à des altitudes qui montrent un relèvement continu des couches dans le sens nord-sud. Il en est de même de part et d'autre de la vallée de la Haine ; mais, dans le cas de la Sambre, la zone intermédiaire entre la nappe tertiaire du Nord et les lambeaux du Sud a disparu.

Heureusement, elle n'a pas disparu sans laisser de témoins et ces témoins, si peu nombreux soient-ils, sont très affirmatifs dans leur déposition (1).

A Lambusart, au bord du plateau tertiaire du nord de la Sambre-Meuse, la base du Bruxellien se trouve à la cote 180, sur le terrain houiller. De l'autre côté de la vallée, au sud-ouest de Presles, elle est à 190, sur le Silurien de la crête du Condroz. Et, entre ces deux points, nous trouvons tout près de la Sambre, au lieu dit *Taille-de-Praille*, un peu à l'est de Pont-de-Loup et à l'altitude d'environ 125 mètres (2), un lambeau de l'étage bruxellien reposant directement sur le terrain houiller (3).

(1) Nous laissons de côté les lambeaux bruxelliens situés sur un substratum calcaire.

(2) Les alluvions de la Sambre sont, près de là, à la cote 97.

(3) Voir la feuille Tamines-Fosse (non encore publiée) de la *Carte géologique au* 40 000e. Les levés sont de M. X. Stainier pour la partie qui nous intéresse ici.

De même, un peu en amont de Namur, près de Flawinne, nous trouvons de petits lambeaux de terrain bruxellien, reposant sur le Houiller, à 200 ou 400 mètres de la Sambre et à des cotes de 125 à 135. Et, dans le même méridien, au bord du plateau tertiaire du nord de la Sambre, la base du Bruxellien se trouve, à La Bruyère, à l'altitude de 180 mètres, sur le Silurien (feuilles Malonne-Naninne et Namur-Champion, levées par M. X. Stainier).

La coupe nord-sud des terrains tertiaires du bassin de la Haine, aux environs de Mons, prouve qu'à une époque qui est certainement postérieure au Panisélien, ces terrains ont été plissés en un synclinal très net (fig. 24, 25 et 26).

Les dimensions transversales de la vallée de la Haine à l'ouest de Mons et la cote très basse à laquelle descendent les graviers pleistocènes du fond de la vallée montrent que de tels mouvements ont encore eu lieu dans des temps relativement récents.

Ces mouvements n'ont pu se passer dans les terrains tertiaires et crétacés sans intéresser, en même temps, le substratum primaire et, si le synclinal du bassin de Namur a subi des déformations dans la région correspondant au bassin de la Haine, il est difficile d'admettre qu'il soit resté en repos dans la région de la Sambre-Meuse.

Une chose assurément très remarquable, c'est que la vallée de la Sambre, en amont de Charleroi, ne se poursuit pas directement vers l'Ouest en continuant de coïncider avec le bassin houiller. Peut-être le fait est-il dû à ce que la déformation du synclinal primaire ne s'est que peu manifestée dans la région du plateau d'Anderlues et ne s'est pas fait sentir dans les couches tertiaires qui en formaient la surface.

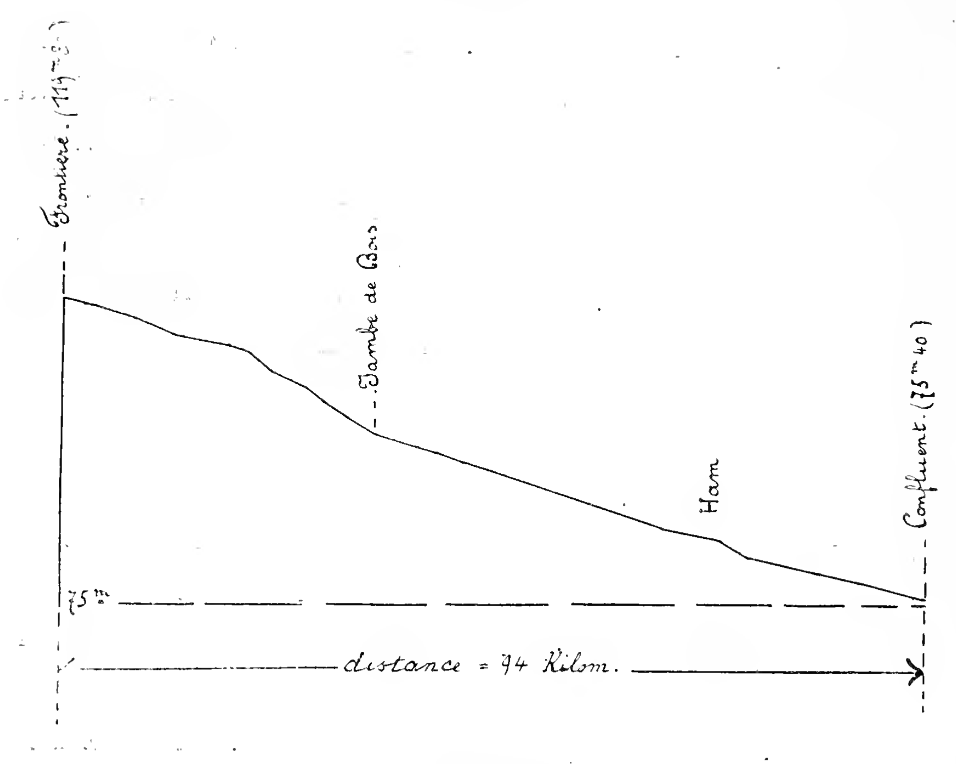


Fig. 36.

Profil en long de la Sambre canalisée entre la frontière et Namur, d'après les documents des Ponts-et-Chaussées.

§ 4.

Voyons maintenant comment on peut comprendre le mécanisme de la formation du cours transséquent de la Sambre-Meuse.

On pourrait d'abord la considérer comme résultant de la fusion d'une série d'affluents subséquents, établis sur le terrain houiller, des rivières conséquentes primitives. Un affluent subséquent de l'Ourthe primitive aurait reculé sa tête vers l'Ouest, profitant du peu de résistance des roches houillères, et, utilisant les autres vallées subséquentes creusées dans le terrain houiller, aurait capturé les tronçons supérieurs des rivières conséquentes. La Sambre-Meuse serait donc due à un phénomène d'érosion régressive procédant de l'Est à l'Ouest. Dans cette hypothèse, il y aurait eu primitivement, le long du tracé actuel de la

Sambre-Meuse de Marchienne à Liége, une série de rivières subséquentes creusées déjà dans les terrains primaires et coulant alternativement les unes vers l'Est, les autres vers l'Ouest. Ainsi pourraient s'expliquer les inversions de pente signalées par M. Stainier dans les anciens graviers de la Meuse entre Namur et Liége ([1]).

Mais, d'autre part, nous avons montré plus haut (chap. II) que la Sambre-Meuse, dans tout son cours, est certainement une rivière surimposée. Elle n'est pas née sur les terrains primaires et n'a fait que s'y enfoncer par épigénie.

Le fait de la faible résistance relative des roches houillères, qui aurait, pour ainsi dire, guidé l'érosion régressive sur une longueur de cent kilomètres, perd beaucoup de sa valeur quand on remarque que, de Namur à Seille et de Wanze à Chokier, la Meuse ne coule pas dans le terrain houiller, mais dans des terrains plus anciens comprenant des parties très résistantes.

La pénétration de la Meuse dans les terrains pré-houillers du bord sud du bassin de Namur et dans la crête du Condroz s'explique, au contraire, très facilement si l'on admet le caractère épigénétique de la vallée.

D'après M. Max. Lohest, le fait que la Meuse s'écarte du terrain houiller en plusieurs endroits serait un argument contre notre idée de l'origine synclinale de la vallée ([2]).

Il en serait, en effet, ainsi si nous admettions que la Sambre-Meuse est née sur les terrains primaires ; mais, encore une fois, nous sommes d'avis que c'est sur le revê-

([1]) Le cours de la Meuse depuis l'ère tertiaire, p. 90.
Cependant, comme ces inversions existent aussi en amont de Namur, nous croyons qu'elles doivent s'expliquer autrement.

([2]) *Loc. cit.*, p. CXV.

tement tertiaire, aujourd'hui disparu, que la rivière a pris son cours. Dans ces circonstances, on comprend aisément que la Meuse, entre Namur et Liége, ait pu, dans ses déplacements latéraux sur la couverture tertiaire, sortir parfois des limites de la zone occupée en profondeur par le terrain houiller.

Pour nous résumer, nous admettons que la Sambre-Meuse a pu naître par suite d'un phénomène d'érosion régressive procédant de l'Est à l'Ouest. Mais ce phénomène s'est passé sur un manteau de terrains tertiaires. Il n'a donc pu être facilité et guidé par la nature même des roches houillères, mais il a été *guidé, facilité* et même *provoqué* par une incurvation synclinale, probablement très peu prononcée, des couches tertiaires, due elle-même, comme le synclinal tertiaire de la Haine, soit à une accentuation du synclinal devono-carbonifère du bassin de Namur, soit à un affaissement d'ensemble de ce bassin.

§ 5.

En supposant même que tout ce qui précède soit admis, nous nous trouvons maintenant devant une difficulté très sérieuse. Quelle est la signification de la Sambre supérieure, en amont de Marchienne ?

Il ne peut plus être question ici de faire appel à l'influence du sol primaire, puisque le cours de la haute Sambre n'offre aucun rapport d'orientation avec les plis des terrains anciens.

La vallée de la Sambre présente avec celle de l'Oise des rapports géographiques sur lesquels on a attiré plusieurs fois l'attention. Le plateau de la Capelle, dit M. Gosselet, descend vers l'Ouest en pente douce vers « une grande » vallée, commune à la Sambre et au Noirieu et qui, se

» prolongeant par l'Oise et la Meuse, s'étend presque en » ligne droite de Pontoise à Liége » (¹).

Mais ces rapports géographiques sont-ils en même temps des rapports génétiques ? La continuité de la vallée de l'Oise avec celle de la Sambre, si bien marquée qu'on a pu leur donner un nom commun, *vallée de la Sambre-et-Oise*, est-elle simplement fortuite ou a-t-elle une signification morphologique ?

M. G. Dollfus, nous le savons déjà (voir p. 451) prolonge jusque Landrecies son *axe du Loir*, lequel, plus au Sud, correspond à la vallée de l'Oise (²).

D'autre part, M. L. Cayeux (³) a montré qu'un anticlinal, branche latérale de l'axe de l'Artois, borde à l'Ouest la vallée du Noirieu, prolongement direct de la vallée de l'Oise en amont du coude voisin de Guise; mais il ne semble pas que ce bombement se poursuive vers le Nord à gauche de la vallée de la Sambre, pas plus du reste qu'il ne se continue au Sud à l'ouest de l'Oise.

D'Archiac (⁴) avait admis l'existence d'un léger bombement de la craie entre le bassin de la Somme et celui de l'Oise, à l'est de Saint-Quentin. M. Cayeux est d'avis, avec M. Gosselet, « que les lambeaux de tertiaire qui occu- » pent les hauteurs, à l'ouest de l'Oise, peuvent servir de » limite à son bassin hydrographique ». Il s'agit des collines landéniennes qui s'étendent entre Wassigny et le massif de Noyon.

Nous pensons, de notre côté, que l'Oise est plus ancienne que les phénomènes qui ont mis en relief ces témoins de dénudation et qu'il est plus exact de dire que c'est la

(¹) Observations sur les limites des bassins hydrographiques de la mer du Nord et de la mer de la Manche 1° Le plateau de la Capelle. *Ann. Soc. geol. du Nord*, t. VIII, p. 29, 1881.

(²) *Annales de géographie*, 1900.

(³) Ondulations de la craie de la feuille de Cambrai, etc.

(⁴) Description géologique du département de l'Aisne, p 329.

direction de l'Oise qui a déterminé celle des hauteurs qui couronnent le versant occidental de sa vallée.

Si l'on examine la carte géologique dans le bassin de la haute Sambre, on constate, comme nous l'avons déjà fait remarquer (chap. II, § 21), que le plateau de la rive gauche, depuis Wassigny jusque dans la forêt de Mormal, est surmonté d'une série de lambeaux landéniens, continuation de ceux de l'ouest de l'Oise. A partir d'Aulnoye, le revêtement landénien de la région de la rive gauche de la Sambre devient ininterrompu. Du côté de la rive droite, au contraire, le Landénien n'existe qu'en lambeaux isolés.

On comprend aisément que, d'après les principes qui servent de base à ces études, nous ne pouvons admettre que le cours de la Sambre ait été déterminé par les hauteurs landéniennes de la rive gauche. Ces hauteurs ne sont des hauteurs que par suite du creusement de la vallée et nous montrerons plus loin que l'inégalité de la dénudation du Tertiaire à droite et à gauche de la Sambre est due à la présence même de la rivière.

D'autre part, l'examen de l'allure du Tertiaire et du Crétacé au voisinage de la haute Sambre en amont de Marchienne ne permet pas de considérer la rivière comme devant son origine à une disposition synclinale du revêtement meuble de la région, disposition qui serait d'ailleurs en désaccord avec les plissements primaires. Et cependant la direction transséquente de la rivière relativement au drainage conséquent de la région est frappante (voir fig. 16) et absolument analogue à celle de l'autre section de la Sambre-Meuse et il nous paraît évident que l'ensemble du cours de la Sambre-Meuse est postérieur à l'établissement du système conséquent.

Nous n'hésitons pas à avouer que l'origine de la haute Sambre constitue un problème auquel nous ne pouvons, pour le moment, donner une solution complètement satis-

faisante. On pourrait la considérer comme due à une simple érosion régressive effectuée sur l'ancien manteau tertiaire du pays et facilitée par un encaissement rapide de la section située en aval de Marchienne.

§ 6.

Quelle est la date géologique de la formation du sillon de la Sambre et Meuse ?

Cette date est évidemment, pour chaque portion de la rivière, postérieure à la dernière mer tertiaire qui a séjourné dans la région. Dans le cas spécial de la Sambre, en supposant que le Bruxellien n'ait jamais, le long du cours actuel, été surmonté d'aucune assise plus récente, nous devons admettre que la rivière n'a pu se créer qu'après le retrait de la mer bruxellienne.

D'autre part, la vallée de la Sambre-Meuse était déjà dessinée, sinon creusée à fond, dès le début du Pleistocène, puisqu'on trouve sur ses flancs des dépôts que l'on rapporte aujourd'hui au Pleistocène le plus ancien (1).

Il ne saurait donc être question d'une Sambre pré-tertiaire ou pré-crétacée. On sait que des lambeaux ou des vestiges de terrain crétacé existent à proximité de la Sambre aux environs d'Erquelinnes, Solre-sur-Sambre, Merbes-le-Château, La Buissière, Landelies, Tamines, etc. Ces témoins se rencontrent, non pas sur les hauteurs qui bordent la vallée, mais dans la vallée d'érosion même, parfois jusqu'à un niveau très peu élevé au-dessus du thalweg actuel (2) ; Briart a tiré de ces faits des conclusions que nous ne pouvons admettre intégralement.

(1) Voir entre autres : A. Rutot. Le Quaternaire au confluent de la Sambre et de la Meuse. *Bull. Soc. belge de geol.*, t. XIV, *Proc.-verb.*, séance du 19 juin 1900.

(2) A. Briart. Compte rendu de l'excursion de la Société géologique de Belgique aux environs de Mons, les 3, 4 et 5 septembre 1882. *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. IX, p. CCIV à CCVII.

A. Briart. Notice descriptive des terrains tertiaires et crétacés de l'Entre-Sambre-et-Meuse. *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XV, *Mémoires*, 1888, pp. 51 et suiv.

« L'orographie de la contrée, » dit Briart, « avant l'in-
» vasion de la mer crétacée, avait probablement beaucoup
» d'analogie avec celle que nous lui voyons de nos jours ;
» les vallées de la Sambre et de l'Eau-d'Heure existaient
» antérieurement, ainsi que les vallées secondaires qui y
» aboutissent et il en a été de même de la vallée de la
» Meuse et de ses autres affluents. »

Nous croyons que c'est pousser trop loin la déduction que l'on peut tirer des faits observés.

La surface continentale à sol primaire qui constituait notre pays et qui fut, de l'Albien au Maestrichtien, graduellement envahie par la mer, était loin de présenter les caractères de la pénéplaine théorique. Elle était, par place, extraordinairement accidentée et offrait, en certains points du Hainaut, des pentes d'au moins 20°.

Il se peut que, ça et là, les vallées d'érosion du cycle géographique actuel coïncident avec des dépressions de la surface continentale pré-crétacée, mais rien n'autorise à dire que le tracé de ces dépressions correspond à la disposition actuelle de nos vallées. La vallée actuelle de la Haine est, en grande partie, superposée à une importante dépression de la surface primaire dont la sépare une forte épaisseur de terrains crétacés ; mais c'est une dépression *fermée*, qui n'a rien d'une vallée fluviale (voir p. 384). Si le manteau crétacé qui la cache venait à être enlevé par la dénudation et le niveau de base de nos cours d'eau à s'abaisser considérablement, la Haine en arriverait à couler sur une grande longueur dans cette dépression. Et cependant il serait, dans ce cas, incorrect de dire que le creusement de la vallée de la Haine remonte aux temps pré-crétacés.

Dans le second des travaux que nous venons de citer (pp. 52-53), Briart fait remarquer que le Maestrichtien de la faille de Pry se trouve dans la vallée même de l'Eau-

d'Heure et à une cote voisine de 170, alors que la craie sénonienne existe, sur les plateaux voisins, à des altitudes de 190 à 205 mètres. Il en conclut qu'antérieurement à l'époque maestrichtienne, la vallée avait dû être *recreusée* à travers les couches crétacées plus anciennes. Mais la singularité du gisement du Maestrichtien de Pry, dans une fissure verticale du calcaire devonien, nous amène à admettre que ce dépôt n'est pas en place et a subi une descente verticale considérable [1].

Nous croyons donc qu'on ne peut aller chercher l'origine de la vallée de la Sambre-Meuse et de celles de ses affluents en dehors du cycle d'érosion actuel.

Nous avons montré précédemment que le début de ce cycle ne peut être reporté au-delà du retrait de la mer pliocène, qui a laissé des dépôts au sud comme au nord de la Sambre-Meuse. Nous avons fait voir en outre que l'extension des dépôts dits moséens du nord du pays prouve qu'ils ne peuvent être dus uniquement à la Meuse actuelle et qu'à l'époque où ils ont été charriés du Sud, le système de nos rivières conséquentes primitives n'était pas encore coupé en deux séries de tronçons.

La nature des cailloutis qui recouvrent les sables moséens prouve que les rivières qui les ont roulés entamaient déjà, dans leur cours supérieur, la surface du plateau primaire ardennais.

D'autre part, nous considérons comme bien établi que la Sambre-Meuse est de nature épigénétique, qu'elle est née sur un revêtement tertiaire. Les caractères actuels offerts par la Meuse proprement dite, de Dinant à Liége,

(1) Il est à remarquer que, d'après la description qui a été donnée par F.-L. Cornet et A. Briart, la paroi de la fissure, au contact du poudingue maestrichtien, ne présentait aucun des caractères offerts généralement par les surfaces recouvertes par cette assise. (Voir : *Bull. Acad. roy. de Belg.*, 2e série, t. XXII, no 11, 1866.)

comparés à ceux de la Sambre, indiquent que la Meuse est un agent hydraulique indépendant, bien distinct de son affluent. L'allure de la vallée de la Meuse en aval de Namur n'est pas celle de la Sambre dont elle est le prolongement direct, mais celle de la Meuse de Dinant.

Nous concluons encore de là que la Meuse de Dinant n'a pu prendre à Namur son cours vers l'Est que sur un revêtement tertiaire.

En résumé, la date de la formation de la Sambre-Meuse est comprise entre l'époque du dépôt du *Moséen de la Campine* de M. Mourlon (*Amstélo-Moséen* de M. van Ertborn) et celle du dépôt du *Moséen des vallées* de M. Rutot. Ces deux ordres de formations ne peuvent, ainsi que M. le baron van Ertborn en a donné une élégante démonstration [1] être considérés comme contemporains.

§ 7.

La formation du sillon de la Sambre-Meuse donna lieu à une rivière de premier ordre alimentée par les tronçons supérieurs de la plupart des rivières conséquentes descendant du Sud et qui devint, à Liége, un affluent de l'une de ces rivières conséquentes, l'Ourthe primitive.

L'Ourthe, devenue ainsi, en aval de Liége, la Meuse inférieure, déversoir commun du drainage d'une grande partie du pays, acquit les caractères d'un fleuve important. Suivant vers le Nord la mer pliocène supérieure en retraite continue et voyant son niveau de base s'abaisser d'une façon constante, la Meuse, désormais constituée définitivement, acquit une vitesse considérable et creusa activement sa vallée. Dans la région du Limbourg, ce creusement se fit d'abord à travers les anciens sédiments sableux et caillouteux apportés du Sud par les rivières consé-

[1] Les dépôts quaternaires de la Belgique et leur faune. *Ann. Soc. roy. malacol. de Belg.*, t. XXXVIII, pp. LX, etc., 1903.

quentes primitives et qui, aujourd'hui, du côté de la rive gauche, dominent de plus de 50 mètres le thalweg de la Meuse limbourgeoise (1).

Cette suractivité se propagea d'aval en amont jusque dans la région des sources de la Meuse et de tous ses affluents. Bientôt la Meuse proprement dite et son affluent la Sambre entamèrent jusque des points très reculés, les roches cohérentes du substratum primaire. Le creusement du sillon de la Sambre-Meuse, grâce à la moindre résistance relative des roches houillères, se fit avec une facilité particulière, donnant à l'érosion fluviale, dans la région située au sud du sillon, une intensité sans cesse croissante. Les phénomènes d'érosion régressive s'exercèrent dans diverses parties du bassin et des affluents septentrionaux de la Sambre-Meuse allèrent s'emparer des branches supérieures des tronçons d'aval des anciennes rivières conséquentes, devenus des affluents de l'Escaut.

§ 8.

Sur une grande partie de son étendue, la Sambre-Meuse continuée vers l'Est par la Vesdre (2) sert de limite entre la région du pays où les terrains tertiaires et secondaires sont généralement conservés et celle où les terrains primaires affleurent presque partout directement.

Il est certes aisément compréhensible que, la région du sud de la Sambre-Meuse étant la plus élevée et celle où les couches du recouvrement discordant ont dû nécessairement présenter la moindre épaisseur, ces terrains y aient subi des dénudations plus intenses que dans la par-

(1) Nous avons déjà fait remarquer que ceci prouve que le creusement de la vallée de la Meuse ne pouvait être très avancé à l'époque où le fleuve a charrié les cailloux ardennais de la Campine.

Il est vrai qu'on peut faire intervenir un soulèvement récent de la Campine !

(2) La Vesdre est une des rares rivières du pays à l'emplacement desquelles les influences tectoniques actives ne paraissent pas étrangères.

tie nord du pays et aient aujourd'hui presque entièrement disparu.

Il n'en est pas moins vrai que la netteté de la séparation entre les deux régions est très frappante et ce ne peut être par l'effet du hasard qu'elle coïncide précisément avec le cours de la Sambre-Meuse.

La cause pour laquelle les terrains post-primaires ont été presque entièrement balayés à droite de la Sambre-Meuse en aval d'Aulnoye, alors qu'ils sont conservés à gauche, réside dans la formation du sillon où coule cette rivière.

La Sambre-Meuse est née sur un revêtement tertiaire, mais s'est ensuite, et très rapidement, profondément encaissée dans le Primaire, alors que la région qui s'étend au Sud était encore recouverte de vastes nappes tertiaires.

L'enfoncement même de la Sambre-Meuse dans sa vallée d'érosion imprima, comme nous venons de le voir, à ses affluents méridionaux, en abaissant leur niveau de base, une énergie nouvelle qui, se propageant d'aval en amont et se répercutant sur la vitesse des torrents et sur l'intensité du ruissellement, fut la cause d'un entraînement rapide des dépôts meubles superficiels. La surface du vieux plateau paléozoïque fut rapidement remise à nu, ne conservant que quelques lambeaux ou de nombreux vestiges épars de son revêtement tertiaire, et les rivières s'encaissèrent dans le sol primaire.

Immédiatement au nord de la Sambre-Meuse, au contraire, les sections d'aval des rivières conséquentes primitives, isolées, par la formation du cours d'eau transséquent, de leur bassin d'alimentation principal, furent privées du plus clair de leur débit et réduites à un pouvoir érosif extrêmement faible. Les parties supérieures de ces tronçons conservant, par suite de cette faiblesse, leur thalweg à une altitude plus forte que celle de la Sambre-Meuse qui

s'encaissait rapidement, fournirent une proie facile à l'érosion régressive des torrents nés sur le flanc septentrional de la vallée transséquente. Et, si l'on voit au nord et au voisinage de la Sambre-Meuse quelques régions peu étendues où les terrains primaires sont mis à nu, elles le doivent à l'activité de ces affluents nord de la Sambre-Meuse.

§ 9.

On remarque qu'au sud de la Sambre-Meuse, l'enlèvement de la couverture tertiaire est moins complet à l'Ouest qu'à l'Est ; en d'autres termes, les lambeaux qui ont subsisté sont plus nombreux et plus étendus dans l'Entre-Sambre-et-Meuse que sur le Condroz et sur l'Ardenne. Cela s'explique aisément. L'intensité de l'érosion à la surface d'un pays est fonction de la différence de niveau entre cette surface et les thalwegs qui en reçoivent le drainage. Or, par suite de l'encaissement graduel de la Sambre-Meuse de l'Ouest à l'Est dans le massif primaire, cette différence croît dans la même direction. Sur la rive droite de la haute Sambre, en amont d'Aulnoye, le revêtement post-primaire est resté continu.

§ 10.

L'examen de la Carte hypsométrique de la Belgique montre une particularité déjà signalée par Hennequin [1] et dont nous allons indiquer la signification.

A l'est de la ligne droite correspondant à la direction moyenne de la Senne, le territoire dont l'altitude est supérieure à l'isohypse de 100 mètres s'étend largement au nord de la Sambre-Meuse. Cette courbe de niveau arrive, de ce côté, à la latitude de Bruxelles, puis, après des inflexions

[1] Conférence sur l'hypsométrie de la Belgique, etc. *Communications de l'Institut cartographique militaire*, n° 11, p. 16, 1880.

correspondant aux vallées de la Dyle et des deux Gette, elle va atteindre la frontière du Limbourg hollandais près de Maestricht, plus au Nord encore.

A l'ouest de l'axe de la Senne, il faut, abstraction faite des collines flamandes, arriver jusque Roisin pour trouver la courbe de 100 mètres sur le territoire belge.

Le Démer, les Gette, la Dyle et les affluents orientaux de la Senne descendent donc d'une région relativement élevée qui borde au Nord la Sambre-Meuse et dans laquelle, entre Roisin et Jurbise, le territoire inférieur à 100 mètres pénètre sous forme d'un golfe dont le fond est près de Carnières et correspondant à la vallée synclinale de la Haine.

Cette région élevée correspond exactement aux rivières conséquentes primitives qui furent décapitées par la formation de la Sambre-Meuse. Ce tronçonnement eut pour effet, comme nous venons de le voir, de ralentir considérablement l'érosion au nord du sillon transséquent. C'est pourquoi la région que nous venons de définir est restée plus saillante que celle qui s'étend plus à l'Ouest.

Dans cette région de l'Ouest, l'Escaut, la Lys, etc., ont conservé toute l'activité que pouvait leur donner l'étendue de leur bassin, et les surfaces qu'ils drainent sont parvenues à un état de dénudation très avancé.

La naissance de la Haine a amené le tronçonnement de la Dendre, de la Senne et d'une série de leurs affluents. Mais le bassin hydrographique de la Dendre et la portion occidentale du bassin de la Senne sont presque partout inférieurs à la cote 100 et, par conséquent, se trouvent dans un état de dénudation plus avancé que les territoires de l'est de l'axe de la Senne.

Nous en concluons que la Haine est plus récente que la Sambre-Meuse.

§ II.

Dans la région qui est au nord de la Sambre-Meuse et à l'est de l'axe de la Senne, on rencontre les thalwegs des

anciennes rivières conséquentes, à des altitudes de plus en plus basses à mesure qu'on s'avance de l'Est à l'Ouest.

Ainsi, en suivant une ligne est-ouest presque droite et correspondant à peu près à la latitude de Saint-Trond, on croise ces cours d'eau aux altitudes suivantes [1] :

Rivières	*Localités*	*Altitudes*
Le Démer	's Heeren-Helderen	80
La Herck	Houppertingen	55
Le Molen-Beek	St-Trond	45
La Petite-Gette	Orsmael-Gussenhoven	35
La Grande-Gette	Womersom	30
La Dyle	Neerysscche	26

Complétons le tableau jusque la Lys :

La Senne	Forest	20
La Dendre	Pollaere	14
L'Escaut	Melden	11
La Lys	Bisseghem	11

Ces faits pourraient signifier que l'activité érosive des rivières conséquentes primitives, du Démer à la Dendre, s'est trouvée réduite à des époques successives de plus en plus rapprochées de nous ; c'est-à-dire que le morcellement de ces cours d'eau par les troncs transséquents ou, en d'autres termes, la formation de ces troncs eux-mêmes, aurait procédé de l'Est à l'Ouest. Il en est, en effet, ainsi pour la Sambre-Meuse. Mais nous devons faire remarquer aussi que, par suite de la direction SW.-NE. de la Sambre-Meuse, le tronçonnement des rivières conséquentes a laissé, en aval, des segments de plus en plus longs, du Démer à la Senne. Il est compréhensible, par exemple, que le Démer conséquent, réduit à un tronçon très court, ait moins creusé sa vallée que la Dyle dont l'étendue est six ou sept fois plus considérable.

[1] Nous prenons l'altitude des alluvions modernes au voisinage des rivieres.

D'ailleurs, d'après les lois générales de l'érosion fluviale en terrain sensiblement homogène, les profils des affluents et sous-affluents d'un système de drainage doivent être de plus en plus relevés à mesure qu'on s'éloigne du thalweg hydrographique principal. Dans l'état actuel du bassin de l'Escaut, c'est bien l'Escaut lui-même qui joue le rôle de cours d'eau principal du système.

§ 12.

Nous venons de montrer que certaines considérations hypsométriques tendent à prouver que la vallée de la Haine s'est formée plus tard que celle de la Sambre-Meuse dont nous avons fixé l'origine au Pliocène supérieur. Une série de faits indiquent que la Haine est de date pleistocène [1].

Rappelons d'abord que l'on trouve sur le versant nord de la vallée de la Haine des cailloux pleistocènes qui ne peuvent provenir que du versant sud et, dans les parties voisines du bassin supérieur de la Dendre, des cailloux qui viennent certainement du bassin de la Haine. Ces faits géologiques montrent que, jusqu'à une certaine période du Pleistocène, le drainage du pays croisait transversalement l'emplacement actuel du bassin de la Haine (voir chap. V, § 7). Il y a lieu, d'ailleurs, de distinguer dans la Haine la partie inférieure du cours (*3e section*) (voir chap. IV, § 4) de la partie supérieure (*2e et 1e section*).

§ 13.

Nous savons qu'à l'ouest du méridien de Mons, l'énorme vallée du petit cours d'eau qui s'appelle la Haine, est de nature nettement synclinale et que la dénudation n'a fait qu'en atténuer l'encaissement. La grande largeur de la

[1] F.-L. Cornet et A. Briart étaient arrivés à la même conclusion en 1872, en s'appuyant sur d'autres considérations (*Congrès internat. d'Anthrop. et d'Archéol. préhistor. Compte-rendu de la 6e session.* Bruxelles, 1872).

plaine d'alluvions qui occupe le fond de cette vallée et la profondeur à laquelle y parviennent les graviers de la base du Pleistocène prouvent incontestablement que l'axe du synclinal s'est affaissé à des époques relativement récentes.

Il existe une autre preuve encore de l'accentuation récente du synclinal tertiaire. C'est le caractère torrentiel que présentent certaines rivières qui se jettent dans la Haine. Dans la section inférieure, à l'ouest de Mons, la Haine a les caractères d'une rivière déjà vieille, quoique d'une vieillesse prématurée ; elle serpente au milieu d'une large plaine d'alluvions, en décrivant des méandres de premier et de second ordre [1]. Partout, son lit est séparé des roches tertiaires en place par de fortes épaisseurs de sédiments fluviaux. Et pourtant, la rivière reçoit, depuis Mons jusque près de son confluent avec l'Escaut, une série d'affluents à pente très rapide, qui ne perdent leur caractère torrentiel qu'en arrivant dans la plaine où ils confondent leurs alluvions avec celles de la Haine.

Le Hogneau, qui rejoint la Haine au point où celle-ci va se jeter dans l'Escaut, présente entre Autreppe, où il entre en Belgique, et la limite des communes d'Angre et de Baisieux, une dénivellation de 35 mètres, ce qui correspond à une pente kilométrique de $4^{m}80$. Celle du ruisseau de Colfontaine, un autre affluent méridional de la Haine est, entre le bois de Montreuil et Wasmuel, de $13^{m}40$. Quant à la Trouille, elle a, entre sa source et le coude qu'elle fait à Givry, une pente kilométrique de $6^{m}90$.

La pente des affluents septentrionaux est également très forte. Ainsi le ruisseau de Sirault, entre la gare de Sirault et la plaine d'alluvions de la Haine, présente une pente kilométrique de $6^{m}60$.

[1] Nous parlons du cours naturel de la Haine, qui a été modifié par l'homme à diverses époques.

Les affluents du Sud ont, ainsi que le montre la figure 21, un cours beaucoup plus long que ceux du Nord ; par contre, comme on le voit par le profil figure 22, leur origine est à des altitudes beaucoup plus fortes.

Le fait que la Haine reçoit, dans son cours inférieur et jusque tout près de son confluent, des cours d'eau de caractère torrentiel, ne peut s'expliquer que par des déplacements relatifs, de date récente, des parties centrales et des parties périphériques du bassin. Dans cette section, la Haine est vieille avant l'âge.

§ 14.

Dans le cours supérieur de la Haine (2e et 1re section), la vallée est une vallée d'érosion proprement dite bien que, par place, elle soit superposée au synclinal crétacé. Nous avons déjà montré le contraste que présente l'étroite vallée d'érosion de Havré et d'Obourg venant brusquement déboucher dans la large vallée qui commence à Nimy. Il y a là, en réalité, abouchées l'une à l'autre, deux vallées différentes.

Il est très remarquable que la vallée de la Haine inférieure n'ait pas dans son prolongement direct, en amont de Mons, la vallée supérieure qui continuerait, comme en aval, de coïncider avec le synclinal tertiaire; la haute Haine arriverait ainsi à Mons par le vallon de l'Ermitage, entre les deux collines du Mont-Panisel (fig. 25).

Il existe des faits géologiques qui montrent qu'il en a été ainsi autrefois ou que, du moins, la section de la Haine comprise aujourd'hui entre Boussoit et Nimy coulait beaucoup plus au Sud. Au sud de cette section, dans la région de la colline Saint-Lazare, du Bois-de-Havré, etc., les cailloutis pleistocènes renferment une grande quantité de plaquettes de phtanite houiller [1]. Or, les phtanites

[1] J. Cornet. — Le Quaternaire sableux de la vallée de la Haine. *Bull. Soc. belge de géol.*, t. XII, 1898.

n'affleurent qu'au nord de la vallée de la Haine, dans la région de Gottignies, Saint-Denis, Casteau, etc. Ces fragments de roches houillères n'ont pu arriver aux briqueteries du Chemin du Canon, par exemple, qu'en traversant l'emplacement actuel de la vallée d'érosion de la Haine dans la section Nimy-Boussoit. Par conséquent, cette vallée n'existait pas et la rivière était notablement plus au Sud. Il est vraisemblable qu'à cette époque, la Haine, à partir de Maurage ou de Boussoit, se dirigeait droit vers Mons, en passant par l'Ermitage, au lieu de décrire un coude vers le Nord-Ouest. Quant à la vallée d'érosion comprise entre la cluse de Boussoit et Nimy, elle continuait directement celle du Thiriau qui ne se jetait dans la Haine qu'à Mons. Ce ne peut être que par suite d'un phénomène de capture que la haute Haine a emprunté, plus tard, la vallée inférieure du Thiriau.

TABLE DES MATIÈRES.

Quelques observations sur les cubes de pyrite des quartzites réviniens,

PAR

L. de DORLODOT [1].

Il y a quelque temps déjà, M. le professeur M. Lohest présentait à la Société géologique un caillou roulé de quartzite révinien où l'on pouvait remarquer, autour des vides laissés par les cubes de pyrite, des prolongements formés par un minéral blanc et fibreux. Nous avons eu l'honneur d'exposer à la Société les résultats que nous avait donné l'examen de cet échantillon.

Depuis lors, nous avons eu l'occasion d'examiner de nombreux fragments de roches analogues et d'étudier de plus près leur structure, par l'observation microscopique de quelques plaques minces. Nous avons pensé qu'en réunissant ces quelques observations, il serait possible d'en tirer des conclusions sur les conditions dans les quelles ont pu s'opérer les changements, qui ont abouti à la roche que nous connaissons.

Les quartzites réviniens paraissent, au microscope, formés de grains de quartz si parfaitement emboîtés les uns dans les autres qu'ils semblent, selon l'expression de Dumont, comme fondus ensemble. Leurs contours sont indécis. Ils se perdent en des zones de démarcation peu nettes, où l'on peut observer de la séricite, des microlithes

(1) Mémoire présenté à la séance du 19 juin 1904 et dont l'impression a été ordonnée à la séance du 17 juillet 1904.

divers et surtout la matière graphiteuse qui constitue le pigment de la roche. On remarque également, entre les grains de quartz plus volumineux et qui donnent des extinctions nettes, une matière moins biréfringente que l'on peut rapporter à de la calcédoine. Elle est associée au mica, et comme étirée dans le sens de ses fibres. Tous ces éléments, enchevêtrés les uns dans les autres, donnent à la préparation un aspect que l'on ne peut mieux comparer qu'à celui d'un dessin à l'aquarelle sur lequel on aurait passé une éponge humide.

C'est dans cette pâte que sont disséminés les cubes de pyrite. Ces cristaux sont distribués, dans un échantillon ordinaire, sans orientation, mais d'une façon assez uniforme. Ils sont, en général, d'autant plus nombreux, que leur volume est plus réduit. Presque toujours, on les trouve régulièrement développés suivant les trois dimensions du cube. Les arêtes sont nettes et les faces toujours bien brillantes, pour autant que l'altération les ait épargnées. Il est rare de trouver la moindre inclusion dans les cristaux et ce n'est que fort exceptionnellement qu'on aperçoit, dans les plaques minces, et toujours au centre, quelques petites inclusions de quartz. C'est comme si, dans les premiers stades de sa condensation, la matière n'avait pas eu la force de chasser les impuretés de son réseau cristallin.

Tous ces faits nous amènent à conclure que la pyrite a dû cristalliser dans un milieu où les transports moléculaires se faisaient aisément. Les cristaux se sont formés en suspension dans la masse, normalement, et l'on peut dire adéquatement à leur système cristallin; car ces cubes sont souvent développés de la même façon dans toutes les directions. Jamais on n'aperçoit, sur les arêtes ou sur les faces, la trace d'une matière résistante que le cristal aurait dû contourner en s'accroissant; rarement il

est resté une inclusion dans la partie tout à fait centrale. Cependant, ces cubes ont atteint, dans certains cas, des dimensions considérables, dépassant même parfois un centimètre de côté. Or, par ce que nous savons du développement des cristaux, nous pouvons dire que les conditions favorables à la cristallisation ont été d'autant mieux réalisées et ont duré d'autant plus longtemps, que les cristaux sont moins nombreux et plus volumineux.

De tout cela, il résulte que la segrégation de la pyrite a dû s'effectuer au sein d'une matière homogène, participant, en quelque sorte, des propriétés des liquides.

Si nous réfléchissons un instant à la nature de la roche au sein de laquelle se sont développés ces cristaux, nous nous apercevons d'abord que son origine clastique ne peut être mise en doute. L'association de la pyrite et du graphite en serait, d'ailleurs, une preuve suffisante; nous ne connaissons, en effet, que des débris organiques qui soient capables de donner naissance à ces éléments [1]. La haute teneur en silice nous fait présumer que cette roche s'est déposée à l'état de sable. Or, si l'on ne peut nier que la pyrite ait pu se former de tout temps dans les roches [2], et que, dans le cas actuel, elle ait pu se développer avant qu'un premier métamorphisme ait transformé le sable en grès, nous ne pouvons cependant admettre que des cristaux formés dans ces conditions puissent se présenter dans le quartzite avec les caractères que nous venons d'exposer. Ajoutons encore que l'apparence des grains de quartz emboîtés les uns dans les autres, remplis d'inclusions liquides et gazeuses ne peut s'expliquer que par une recristallisation qui s'est opérée après le dépôt.

Les pressions énormes auxquelles doit être soumise une

(1) TH. STERRY-HUNT. *Chemical and geological Essays*, p. 302.

(2) ACH. SIX. Analyse critique d'un travail de von Lasaulx. *Ann. Soc. géol. du Nord*, 1884-85.

roche qui se plisse sous le poids d'une couche épaisse de sédiments, l'accroissement de température résultant de la profondeur de l'enfouissement sont des faits avec lesquels la géologie nous a rendus familiers et dont les preuves ne manquent pas dans le cas des roches cambriennes [1] Ces deux facteurs sont donc ceux auxquels nous devons avoir recours pour nous rendre compte des conditions de formation des cubes de pyrite. Il nous reste à voir s'ils ne sont pas également indispensables, bien que peut être à un degré moindre, pour expliquer d'autres faits.

*
* *

Quoique les cubes de pyrite soient fortement serrés dans la roche, il arrive que l'on peut les extraire en entier, surtout lorsque le quartzite est un peu phylladeux. Si l'on pose ces cristaux sur une surface plane, on remarque aisément qu'ils sont, en général, déformés. Certaines arêtes sont légèrement convexes ; d'autres, quelque peu concaves et les faces, parfois gauchies ; le solide a, dans l'ensemble, la forme d'un prisme oblique. Nous ne pouvons admettre que le produit de la cristallisation ait été tel et nous rapprocherons plutôt cet aspect d'autres apparences qui témoignent indubitablement de mouvements dans la roche. Il nous suffit de constater, pour le moment, qu'un corps fragile comme la pyrite, a pu, dans certaines conditions, s'écouler, en quelque sorte, à la façon des liquides.

Il arrive aussi que les cubes sont brisés, et leurs cassures, ainsi qu'on peut l'observer dans les plaques minces, ne se poursuivent pas dans le quartzite. La pyrite serait donc devenue plus rapidement fragile que la roche. Toutefois, le déplacement relatif des deux fragments n'a jamais été bien considérable, d'où nous pouvons conclure que les

[1] MAX. LOHEST. Les grandes lignes de la géologie des terrains primaires de la Belgique. *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXXI.

mouvements n'ont pas tardé à cesser dans la roche, après la rupture du cristal.

Il y a longtemps déjà, Dumont a signalé la présence d'une petite masse d'un minéral blanc, fibreux, qui est souvent développée aux deux côtes opposés des cavités cubiques laissées par la disparition de la pyrite. Il avait rapporté ce minéral à du quartz [1]. Geinitz [2] et Renard [3] ont également attiré l'attention sur la disposition particulière du quartz dont les fibres sont orientées sur le cristal.

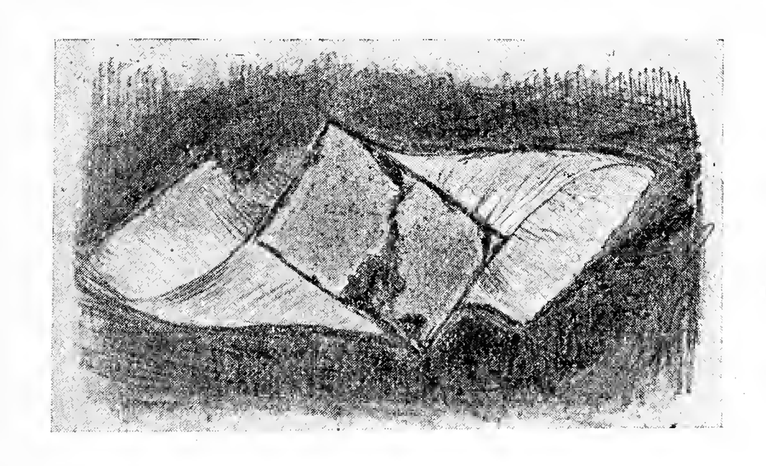


FIG. 1.

Disposition des fibres de calcédoine autour d'un cube de pyrite. Grossissement de 8 fois environ.

Nous avons examiné quelques préparations microscopiques taillées dans des roches où ces prolongements étaient bien développés. Le minéral fibreux polarise, en général, moins énergiquement la lumière que les grains de quartz de la roche ; ses extinctions sont onduleuses et il nous semble qu'il faille plutôt le considérer, ainsi que l'a fait remarquer M. De Windt [4], à ce que M. Michel Lévy appelle de la calcédoine biaxe.

(1) *Mémoire sur les terrains ardennais et rhénans*, 1848, p. 15.

(2) *Neues Jahrbuch für Min.*, 1882, vol. II.

(3) *Bull. Musée roy. d'hist. nat.*, 1883, t. II.

(4) DE WINDT. Sur les relations lithologiques, etc... *Mémoires cour. et des sav. étr. publ. par l'Ac. roy. de Belg.*, t. LVI, in-4°, 1897.

Il est, d'ailleurs, possible de trouver toutes les transitions entre les plages faiblement biréfringentes qui donnent des extinctions onduleuses et les grains de quartz qui se colorent de hautes teintes de polarisation et éteignent nettement la lumière entre nicols croisés.

Nous avons pu observer, autour des cubes de pyrite d'un phyllade devillien, que les caractères du quartz s'atténuent au fur et à mesure qu'on s'éloigne du cube de pyrite, ce qui porterait à croire que la masse quartzeuse s'est développée progressivement, à partir de la face du cristal, et que les conditions qui permettaient la cristallisation du quartz pur n'ont pas tardé à varier. La disposition fibreuse du minéral vient encore corroborer cette idée, que la masse quartzeuse s'est accrue progressivement et s'est développée, en quelque sorte, à la façon d'une plante, sur les faces du cube. Remarquons, toutefois, que, si les fibres sont, en général, normales aux faces de la pyrite, l'orientation du cristal qui les compose est très variable.

Il est intéressant d'observer la façon dont ces fibres se terminent au contact des grains de quartz de la pâte. Ces grains paraissent avoir été corrodés et les fibres les pénètrent en donnant une surface de contact très compliquée, sur laquelle se sont déposées de nombreuses inclusions liquides. Mais ce qui attire surtout l'attention, c'est la présence de bandes d'extinction. L'orientation intérieure du réseau cristallin de ces grains doit s'être modifiée par la tendance à l'écoulement dans le vide qui se comblait progressivement derrière eux. Telle est, du moins, l'explication que l'on peut donner, si l'on



Fig. 2.

admet les conclusions auxquelles nous sommes arrivés à la suite des tentatives que nous avons faites pour expliquer la formation de ces amas quartzeux et dont nous dirons quelques mots plus loin. Peut-être y a-t-il, là aussi, un phénomène d'orientation du réseau cristallin par laminage, analogue à ce que M. le professeur Cesàro a obtenu dans ses expériences [1].



Lorsque nous avons examiné le caillou de quartzite révinien présenté par M. le professeur Lohest à une séance de la Société géologique, nous avons détaché la matière fibreuse à l'aide d'une pointe d'acier et examiné, sur un porte-objet, les petits fragments ainsi obtenus.

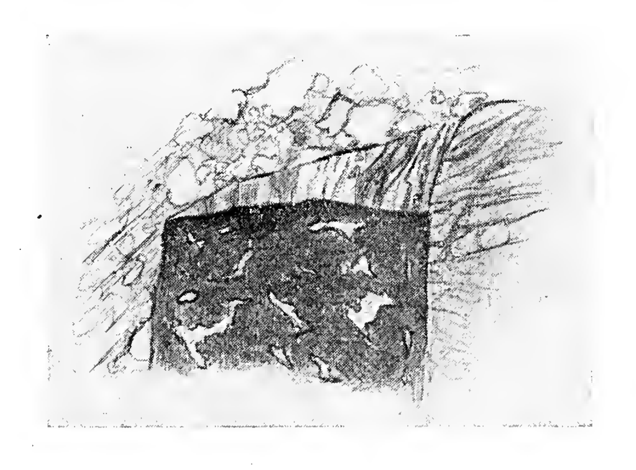


Fig. 3.

Disposition du disthène entre les fibres de calcédoine. Le cube de pyrite est presque complètement transformé en limonite épigène.

Certains d'entre eux paraissaient aplatis et limités par deux côtés parallèles. Ils attiraient le regard par leur biréfringence élevée que nous avons déterminée être voisine de 7. Ils appartiennent à un minéral biaxe, dont le plan des axes optiques fait un angle d'environ 30° avec la direction d'allongement. La matière blanche donne, par voie

(1) G. Cesàro. Sur un curieux phénomène d'orientation par laminage. *Bull. Acad. roy. de Belg.*, n° 5, mai 1903. *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXXI.

sèche et par voie humide, les réactions de l'aluminium. Nous avons cru que l'on pouvait rapporter ce minéral au disthène ($Al_2 Si O_5$). Nous avons, depuis lors, obtenu une plaque mince taillée dans la roche et nous avons pu constater que ce minéral est loin de constituer, à lui seul, la massse fibreuse qu'on observe au voisinage de la pyrite. Au contraire, on ne l'aperçoit qu'en plages relativement restreintes, englobées, en quelque sorte, dans les fibres de calcédoine. Mais les plages que l'on peut observer dans la préparation nous montrent la présence de stries perpendiculaires à l'allongement ; nous n'avions pu les observer dans les fragments détachés. L'orientation est telle, que l'extinction fait un angle faible avec les stries, ce qui nous amène à conclure que, si nous avons affaire à du disthène, le plan de la préparation doit être voisin du plan g^1 du minéral. Si nous remarquons que les plages de quartz de la préparation atteignent, au maximum, le jaune, nous pourrons estimer l'épaisseur de la plaque à 0.04 $^m/_m$. Le minéral donne, pour cette épaisseur, le violet et le bleu, dont on peut estimer le retard à 64. Il s'ensuit que la biréfringence, dans ce plan, serait assez voisine de $\frac{64}{4} = 16$, ce qui correspond assez bien aux données de M. Michel Lévy ([1]). Notons que les stries sont parallèles à la face du cube de pyrite, ce qui nous fait conclure que le disthène s'est orienté, en cristallisant, parallèlement aux éléments de symétrie de ce minéral.

Il serait, sans doute, encore nécessaire, pour écarter toute incertitude sur l'identité de l'espèce, de trouver une préparation montrant des plages plus étendues, grâce auxquelles on pourrait déterminer plus nettement ses propriétés optiques.

([1]) Les minéraux des roches, pp. 179-180.

*
* *

Disons quelques mots de l'origine de ces amas quartzeux. La première idée qui s'impose à l'esprit est d'admettre qu'ils sont dûs à des mouvements de la pâte du quartzite; les cubes de pyrite, par leur résistance plus grande n'ont pu, à un moment donné, participer complètement aux déplacements relatifs des particules de la roche. La structure œillée que présente, en quelque sorte, l'ensemble de la pyrite et de ses prolongements, ainsi que cela ressort des dessins que nous donnons, fait songer à ce que l'on observe souvent dans les roches métamorphiques. On peut la rapporter à un phénomène d'écoulement ayant eu pour effet de transformer une section carrée, prise dans le plan d'écoulement, en une section rectangulaire de même surface; la roche s'étant, en quelque sorte, moulée dans sa position nouvelle, comme un liquide prend la forme du vase qui le contient. On conçoit alors qu'il se soit produit des phénomènes spéciaux au voisinage des corps qui ne pouvaient participer complètement au mouvement de la masse.

Toutefois, les choses ne sont pas aussi simples qu'elles le paraissent à première vue. Nous avons placé des cubes en bois dans de la terre plastique, comprimée entre quatre planches de façon qu'elle pût s'écouler aux deux bouts. Jamais nous n'avons pu constater le moindre phénomène anormal au voisinage des cubes, même lorsque ceux-ci étaient fixés aux parois. Nous ne pensons pas que des pressions plus considérables puissent donner autre chose que des résultats négatifs, car on conçoit parfaitement que l'argile s'écoule en conservant toujours son adhérence aux parois du cube. On ne réussit, d'ailleurs, jamais à créer un vide permanent au sein d'un liquide; et n'avons-nous pas, dans le cas présent, affaire à une matière suffisamment fluide? Mais les choses se passent différemment, si l'on se

sert d'un corps doué d'élasticité. Si l'on insère, par exemple, un corps résistant dans une lame de caoutchouc et qu'on vienne à étendre celle-ci, la matière élastique ne pouvant prendre la contraction normale, au voisinage du corps étranger, s'en écarte progressivement, produisant ainsi un vide, qui s'accroît en proportion de la traction que l'on exerce. Ceci nous amène à penser que la roche qui nous occupe était douée d'une certaine élasticité et que, loin d'être parfaitement plastique, elle devait participer plutôt des propriétés des corps solides. M. le professeur Spring (¹)

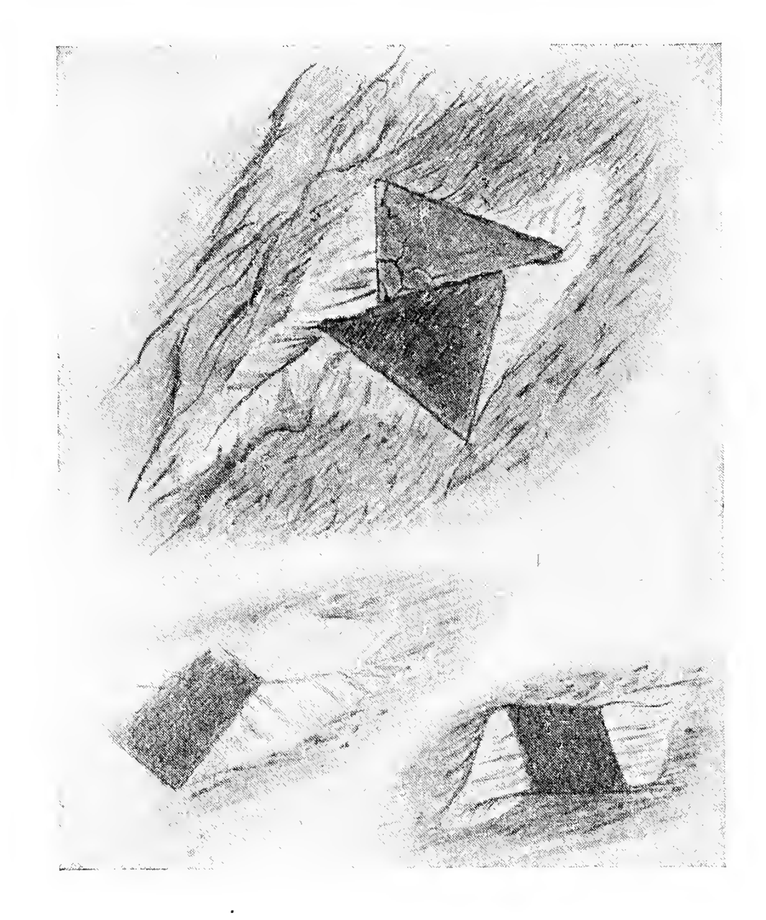


Fig. 4.

Quelques apparences de prolongements quartzeux autour de cubes de pyrite.

(¹) W. Spring. Sur l'élasticité parfaite des corps solides chimiquement définis. Analogie nouvelle entre les solides, les liquides et les gaz. *Bull. Ac. roy. de Belg.*, 3e sér., t. VI, 1883.

a, d'ailleurs, montré que les corps solides, sous l'influence de pressions considérables, se montrent parfaitement élastiques. On ne peut, toutefois, admettre, pour le cas présent, que des vides se soient réellement produits dans la roche. Au contraire, nous avons des raisons spéciales de croire que le remplissage des cavités qui tendaient à se former, se faisait d'une façon continue. La disposition des fibres de quartz est une preuve suffisante à cet égard. Force nous est donc de conclure que les déformations élastiques étaient fixées par le déplacement de certains éléments de la roche, au fur et à mesure de leur production. Dans le cas présent, c'était une forme de la silice, accompagnée de quantités minimes d'eau et de gaz, dont la segrégation produisait les fibres de calcédoine et les nombreuses inclusions liquides et gazeuses que l'on observe. Ce quartz récent, chimique ou secondaire, selon l'expression que l'on choisira d'après MM. Lévy, Lossen ou Wichmann, s'est donc formé par un phénomène que Dumont désignait sous le nom de transsudation latérale.

Si nous nous demandons maintenant si les causes qui peuvent mettre les roches en tension dans une direction et produire une striction correspondante, trouvent leurs raisons dans les observations géologiques, nous remarquons immédiatement que le phénomène de flexion auquel se ramènent, en dernière analyse, tout plissement et toute déformation de terrain, répond parfaitement à ces desidérata. Que ces flexions soient le résultat de plissements de bancs et d'assises, ou qu'elles se produisent, comme l'a montré M. Lossen, pour un ensemble de couches et dans un plan horizontal, toujours elles sont subordonnées à un déplacement de matière de la partie concave vers la partie convexe. Toujours, ce transport se fera par l'élément le plus fluide que la roche puisse produire à un moment donné. Ces déplacements de matière ont dû se produire fatalement

et d'une manière inéluctable, chaque fois qu'une roche a été ployée sans se rompre; car on ne peut admettre que la matière ait pu éprouver une condensation permanente [1].

Il va sans dire que les veines qui traversent la roche ne sont qu'une manifestation du même phénomène ; elles ne sont autre chose que des accumulations locales de l'élément du quartzite, qui, au moment de leur formation, avait le plus d'aptitude à se déplacer. Leur formation n'a eu d'autre effet que de fixer les déformations élastiques de la masse, en déplaçant progressivement la limite d'élasticité.

Ces quelques observations pourront suffire, espérons-nous, à faire entrevoir les phases successives par lesquelles a dû passer la roche avant d'arriver à l'état de tenacité et de rigidité que nous lui connaissons aujourd'hui ; et nous ne pouvons conclure qu'en rappelant cet aphorisme d'Héraclite : Πάντα ῥεῖ, tout s'écoule... Ces deux mots paraissent résumer, à eux seuls, la géologie tout entière.

APPENDICE.

Nous nous sommes efforcé, dans le travail qui précède, d'exposer nos idées aussi succinctement que possible; nous croyons utile, pour répondre à quelques observations que M. H. Buttgenbach a bien voulu nous présenter, de préciser quelques points sur lesquels il a attiré notre attention et de dissiper ainsi tout malentendu.

Si nous avons dit que « la pyrite a pu, dans certaines « conditions, s'écouler à la façon des liquides », nous avons simplement voulu montrer que les deux facteurs dont nous disposons : la température et la pression, devaient avoir agi pour réaliser cet effet.

Après les expériences de M. le professeur Spring, on sera tenté d'accorder une action prépondérante à la pres-

(1) W. Spring. *Loc. cit.*

sion. C'est, d'ailleurs, celui des deux facteurs que les observations géologiques mettent le plus aisément à notre disposition.

La pression caractérise, en somme, l'état d'un corps, comme la température marque son état thermique. Les différences de pression qui peuvent exister en divers points d'une masse, ont pour effet d'amener un écoulement de la matière, lorsque son état moléculaire le permet; dans le cas contraire, des déformations élastiques se produisent d'abord; elles atteignent rapidement une certaine limite, au delà de laquelle le corps se brise. Or, c'est le cas pour la pyrite dans les conditions ordinaires. Nous devons donc admettre que ce minéral qui participe des qualités de l'acier, a pu, dans des conditions marquées par une pression autre, se déformer à la façon du fer doux, au lieu de se briser, pour une même *différence de pression* en deux de ses points.

Lorsque nous faisions observer que les fibres de quartz sont généralement normales aux faces du cube, mais que leur orientation cristalline est variable, nous avions surtout en vue une remarque de M. Geinitz qui dit que « le « quartz est orienté sur le cristal central ». Nous n'avons jamais pu observer ce cas.

Quant au disthène, la position constante de son pseudoclivage par rapport aux faces du cube, nous autorise à faire rentrer ce cas dans ce qu'on entend, en minéralogie, par : « groupement parallèle d'espèces différentes ». C'est ainsi, parfois, que les cristaux d'albite, triclinique, sont implantés sur certaines faces de l'orthose, monoclinique (DANA. A Text-Book of Mineralogy, 1902, p. 132).

Quand nous avons parlé d'orientation du quartz par laminage, il s'agissait, bien entendu, d'un grain de quartz faisant partie de la pâte de la roche qui se trouve en

contact avec les fibres, et non de ces fibres elles-mêmes. La présence de bandes d'extinction parallèles entre elles et à la direction des fibres voisines, nous amène à conclure que l'orientation du grain n'était pas, au début, celle que l'on constate actuellement. Nous avons reproduit, sur la figure, la position de l'ellipse de section ; elle est inverse de celle à laquelle on pouvait s'attendre, après les expériences de M. le professeur Cesàro, car il faut admettre que le laminage s'est produit dans le plan des bandes d'extinction. Néanmoins, comme nous savons que le laminage peut produire une orientation, et que, pour expliquer la disposition des fibres, nous avons eu recours à l'hypothèse d'un déplacement de matière de la roche vers le cube de pyrite [1], nous avons cru que l'on était en droit d'expliquer ce fait par une orientation du réseau par laminage.

[1] Voir à ce sujet les idées de A. Dumont. Mémoires sur les terrains ardennais et rhénans, pp. 14 et suiv.; également celles de Daubrée. Géologie expérimentale, pp. 443 et suiv.

Juin 1904. L. de Dorlodot.

Les gisements de cuivre du Katanga,

PAR

H. BUTTGENBACH ([1]).

(Planche XI).

PREMIÈRE PARTIE

Considérations générales.

HISTORIQUE.

Les territoires formant la partie sud-est de l'Etat du Congo et qui sont gérés par le *Comité spécial du Katanga*, s'étendent entre les limites territoriales de l'Etat, d'une part, et, d'autre part, le cinquième parallèle sud et approximativement le vingt-quatrième degré est du méridien de Greenwich. Mais la partie qui nous occupe spécialement ici est l'extrême sud de cette immense contrée, située entre le dixième parallèle sud et la ligne de séparation des eaux du Congo et du Zambèze, partie dont la superficie est de plus de 80 000 kilomètres carrés.

C'est d'ailleurs à cette seule portion du pays que l'on donnait auparavant le nom de *Katanga*, contrée dont les explorateurs qui, au milieu du XIXe siècle, commençaient à tracer des itinéraires sur les pages blanches des cartes d'Afrique, parlaient déjà comme d'un district important

([1]) Mémoire présenté à la séance du 19 juin 1904 et dont l'impression a été ordonnée à la réunion du 20 novembre 1904.

au point de vue du cuivre : et, en effet, même s'ils ne pénétraient pas dans cette contrée, ils pouvaient voir, aux mains des peuplades indigènes environnantes, toute sorte d'outils et d'instruments faits de cuivre et dont le Katanga leur était toujours indiqué comme étant le pays de provenance.

Je ne ferai pas ici l'historique des explorations qui se succédèrent dans cette région de 1850 à 1892 : le lecteur trouvera cet exposé dans un mémoire publié précédemment par notre confrère, M. le professeur J. Cornet [1] et cela me dispense de refaire cette énumération. Je mentionnerai cependant que ce fut Reichard qui, le premier, visita un gisement de cuivre de la région, en 1885.

Mais ce fut M. Cornet lui-même qui apporta les premières notions géologiques sur cette intéressante contrée; dans de nombreux mémoires [2], publiés en partie dans nos *Annales*, il exposa le résultat des études qu'il fit, au cours d'une expédition aussi rapide que difficile, tant sur la géologie générale de la contrée que sur les gisements de cuivre et de fer qu'il eût l'occasion de rencontrer sur son itinéraire. Le rapport du jury chargé, en 1897, de décerner le prix décennal des sciences minérales [3] sut donner à ces travaux de notre savant confrère la place qu'ils méritaient, en les classant immédiatement après l'ouvrage couronné et en faisant observer les difficultés matérielles qui entravaient alors ces études et qui n'empêchèrent cependant pas une abondante moisson de faits et d'observations « dont la discussion témoigne d'autre part d'un « coup d'œil géologique remarquable ». Et qu'il me soit

[1] Les gisements métallifères du Katanga. *Revue universelle des mines*, 1894.

[2] Je citerai entre autres : Les formations post-primaires du bassin du Congo. *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXI. Observations sur les terrains anciens du Katanga. *Ibid.* t. XXIV. Die geologischen Ergebnisse der Katanga-Expedition *Petermans Mitteilungen*, 1894.

[3] Voir la copie de ce rapport page LIX du tome XXV de nos *Annales*.

permis d'apporter à ces appréciations des savants rapporteurs mon appréciation personnelle qui n'aura de poids, à côté d'elles, que comme venant de quelqu'un qui a pu visiter les mêmes régions, qui a pu constater toutes les difficultés vaincues alors par M. Cornet et qui a pu vérifier toute la justesse de ses observations : j'ajouterai que tous les travaux entrepris ces derniers temps dans le Katanga et qui ont permis une étude plus détaillée du pays sont venus confirmer les idées générales de M. Cornet et prouver ainsi la précision de ce coup d'œil géologique dont parle le rapport cité plus haut.

En 1900, le *Comité spécial du Katanga* désirant connaître la valeur exacte des gisements de cuivre déjà renseignés dans ses territoires et voulant aussi effectuer des recherches minières méthodiques que l'occupation régulière du pays permettait enfin, fit une convention avec une société anglaise, la *Tanganyika Concessions Limited*, d'après laquelle celle-ci s'engageait à faire de telles recherches dans la partie sud des terrains du Comité [1]. En 1902, je fus chargé par la compagnie belge de suivre ces travaux et, pendant 18 mois, je travaillai dans le pays parallèlement à la société anglaise. On sait que le résultat de ces prospections, en ce qui concerne le cuivre, dépassa tout ce que l'on pouvait espérer et que le district minier du Katanga peut être actuellement considéré comme l'un des districts cuprifères les plus riches du monde, sinon peut-être le plus riche. Je ne puis m'empêcher de citer ici une phrase écrite par M. Cornet en 1894 : « si l'on considère que la plupart d'entre eux » (des gisements de malachite décrits par l'auteur) « se sont rencon-» trés sur notre route, ou à portée de notre itinéraire, on

[1] La première convention fut faite avec un groupe anglais et les premières expéditions qui en résultèrent sont connues sous le nom de *Expeditions Rb. Williams*. C'est ultérieurement que l'affaire fut remise au mains de la T. C. L.

» devra conclure qu'ils sont extrêmement nombreux dans » la région et que nous n'en avons vu qu'une faible par- » tie [1]. » On voit que cette conclusion a aussi été vérifiée.

Le présent mémoire a pour but la description des gisements de cuivre les plus importants de ceux que l'on a découverts et étudiés. Les travaux d'étude que l'on a faits dans ces mines n'ont pas été poussés à une profondeur verticale plus grande que 40 mètres, parce que, vu le nombre des gisements et étant donné leur étendue, il n'était pas nécessaire de mener plus loin ces recherches pour le but que l'on se proposait. Il s'ensuit que nous ne connaissons donc encore, en somme, que les parties superficielles de ces gisements et cela nous empêchera de déduire, dès maintenant, des conclusions formelles concernant la genèse de ces vastes dépôts. J'ai cru cependant que leur description serait déjà suffisamment intéressante pour être publiée dans les *Annales* de la Société.

Ces gisements cuprifères du Katanga sont tous analogues entre eux, si bien qu'il serait très monotone d'en décrire beaucoup, ces descriptions ne devant guère différer que par les chiffres relatifs à leur étendue. Aussi, après avoir donné une idée de la contrée elle-même et de sa constitution géologique, je me bornerai à faire connaître le minerai de cuivre, qui est identique d'un gisement à l'autre et il me restera alors à choisir quelques-uns de ces gisements comme types, soit qu'ils aient été mieux étudiés que les autres, soit qu'ils présentent l'un ou l'autre fait qui peuvent aider à deviner leur histoire.

LE PAYS.

Cette région du Katanga, examinée en certains de ses points, peut sembler à l'explorateur être une succession de

(1) *Bull. Soc. belge de géol.*, t. XVII, *Reproductions*, p. 24, 1903.

collines et de pics ; mais cette impression s'évanouit complètement lorsque, du sommet de l'une de ces élévations, on a une vue d'ensemble de la contrée; on voit bien nettement alors que c'est plutôt un vaste plateau, dont les ondulations ne sont certes pas sans importance mais qui, sous plusieurs points, peut être comparé à notre plateau des Ardennes.

Sans vouloir insister ici sur l'histoire géologique du pays, je rappellerai que, après le dépôt des terrains primaires qui forment le soubassement de la région et qui subirent d'ailleurs aussi, au cours de leur formation, divers efforts orogéniques, il se produisit un plissement qui amena la formation de montagnes que nous pouvons, par comparaison, rattacher aux *chaînes hercyniennes*. Puis, l'érosion s'attaqua à ces hauteurs et, pendant de longs temps, détruisit petit à petit le relief accidenté qui devait exister là-bas, ne laissant enfin qu'une plaine véritablement rabotée. Cependant, au nord du pays et empiétant même sur lui, de grands lacs se formaient, sujets eux-mêmes à plusieurs vicissitudes, jusqu'à ce que, enfin, s'étant ouvert un déversoir, ils s'écoulèrent vers l'Atlantique, en ne laissant plus subsister, çà et là, que certains résidus, tels que, au Katanga même, les lacs Kassali, Mwero, Benguélo, tous condamnés à disparaître lentement; et l'érosion reprit de plus belle, qui continue encore son œuvre de nos jours, creuse des ravins, approfondit les vallées dans cette *pénéplaine* du Katanga, laissant actuellement voir les diverses tranches des couches géologiques qui furent jadis les racines profondément enfouies de hautes montagnes.

L'altitude de ce plateau varie entre 1 300 et 1 400 mètres; certaines collines y atteignent cependant encore 1 600 mètres, tandis que quelques rivières ont déjà pu, dans la partie du pays qui nous intéresse, creuser leurs vallées

jusqu'à 1 200 mètres. La planche XI jointe à ce travail représente la région cuprifère; on y voit que les rivières peuvent être classées suivant deux directions principales : la première, du Sud au Nord, comprend notamment la *Lufira* et le *Lualaba* (1), ainsi que leurs principaux affluents, tels que la *Lupoto*, la *Dikuluwe*, la *Ruwiru*. Les autres ruisseaux, affluents des précédents, coulent au contraire dans une direction perpendiculaire. Si nous faisons observer que les couches géologiques ont une direction moyenne voisine de Est 20° Sud, on verra que le réseau hydrographique se rapproche simplement d'un réseau *orthogonal* formé de cours d'eau *conséquents* et *subséquents* (2).

Les diverses roches que l'on rencontre dans la région minière sont des quartzites, des grès, des schistes, des poudingues et des calcaires. On n'y voit pas de roche éruptive ni de roche granitique; pour en trouver, il faut aller au nord du village de Mamvue, sur le Lualaba, là où le fleuve traverse, par une série de rapides, la grande chaîne des Monts Zilo; ces couches archéennes, recoupées d'intrusions éruptives, se dirigent du Sud-Ouest au Nord-Est; de même, une bande de roches analogues, dirigées de l'Ouest à l'Est, existe au sud du Katanga, dans la Rhodésie, mais non éloignée de la frontière et enfin, entre les lacs Mwero et Tanganyka, j'ai traversé une autre bande de mêmes roches, que je décrirai prochainement et qui

(1) Dans ce travail j'emploie l'orthographe officiellement admise par l'Etat du Congo. Je rappellerai que la lettre *u* doit se prononcer *ou*. Je dirai, par la même occasion, que les lettres *v* et *b*, ainsi que *l* et *r*, se confondent très souvent. C'est ainsi que les indigènes disent indifféremment *Lufira* ou *Lufilu*, *Kambòve* ou *Kambôbe*. Enfin, certains endroits ont actuellement des noms complètement différents de ceux qui les désignaient il y a quelques années. Je les indiquerai à l'occasion.

(2) Je dois mentionner ici des réserves faites par M. Cornet, dans son rapport sur le présent travail, quant à l'application des termes *conséquent* et *subséquent* aux cours d'eau de la région.

semble dirigée du Nord au Sud. Dans tout le large espace triangulaire compris entre ces directions où apparaît le substratum archéen, on ne trouve que des roches sédimentaires, parfois fortement métamorphisées et inclinées en général d'un angle supérieur à 45°. Vers le nord du pays, ces couches sont recouvertes par des grès à peu près horizontaux, d'origine lacustre (?).

M. Cornet a établi une classification de toutes ces couches que je place en annexe à ce mémoire [1]. Je me bornerai, pour le moment, à utiliser cette classification ; dans un mémoire ultérieur, je développerai les nouvelles connaissances acquises sur la géologie de la contrée, le but que je me propose actuellement ne rendant pas cet exposé nécessaire. Je dirai, cependant, que je n'ai plus vu la nécessité d'établir une distinction entre les couches de la région orientale ou de la *Lufira*, et celles de la région occidentale ou du *Lualaba* ; j'adopterai donc, dans ce qui suit, pour simplifier, les noms des systèmes que M. Cornet a donnés aux groupes de la région occidentale [2].

Je ferai encore une autre remarque. Nous rencontrons, dans les nombreux dépôts cuprifères, des roches qui ont

(1) Voir page M 563.

(2) Je transcris, à ce sujet, ce que M. Cornet a dit, dans son rapport à la Société sur le présent travail : « Si nous avons *distingué* les couches de la région de la » Lufira de celles du district du Lualaba, nous ne les avons pas séparées. Elles sont, » sur notre carte géologique, indiquées par les mêmes teintes et les mêmes notations » et elles sont placées sur les mêmes lignes dans notre échelle. Nous étions dans la » situation d'un explorateur qui, faisant une première reconnaissance de la géologie » de la Belgique, traverserait le Condroz du Nord au Sud, puis, après un détour par » l'Ardenne, redescendrait vers le Nord à travers l'Entre Sambre-et-Meuse. Il » reconnaîtrait, par exemple, l'identité existant entre deux séries schisteuses, mais, » ses observations sur les deux séries n'étant pas directement reliées, il pourrait » appeler l'une « schistes de la Famenne » et l'autre « schistes des Fagnes ». La » distinction en *Systèmes du pays des Bassanga*, *des Monts Muïombo* et *de Kilassa* » doit être comprise en ce sens. M. Buttgenbach, en reliant nos itinéraires nord-sud et sud-nord, a confirmé nos conclusions de 1894 ».

subi un métamorphisme énergique et qui sembleraient donc devoir être placées dans le groupe inférieur de la classification de M. Cornet. En réalité, il ne s'agit que d'un métamorphisme absolument local, en relation avec le dépôt métallifère et ces couches font, au contraire, partie du groupe supérieur, dont la caractéristique est de n'avoir pas participé aux actions dynamo-métamorphiques qui ont donné leur caractère au groupe inférieur de ces terrains primaires. C'est ainsi que M. Cornet a cru souvent reconnaître des couches du système de *Mwashia* là où il a vu les dépôts de malachite, alors que, pour moi, ce sont des roches n'ayant subi qu'un métamorphisme d'influence.

Dans la région minière proprement dite et qui seule est représentée sur la carte (planche XI), on trouve principalement les roches des systèmes de *Kazembe* et de *Kafunda-Mikopo*, qui appartiennent donc au Dévonien supérieur et peut-être, mais moins probablement, au Carbonifère. Les couches du système de *Kazembe* se présentent au nord de celles du système de *Kafunda-Mikopo*; mais la limite entre ces deux systèmes est très difficile à tracer ; elle coïncide presque avec le parallèle de Kambôve, à l'ouest de cette mine, mais ensuite, elle me semble plutôt s'incliner vers le Sud-Est. D'ailleurs, la direction générale des couches, qui est Est-Ouest entre la rivière *Ruwiru* et Kambôve, change également à l'est de cette dernière localité et devient en moyenne Est 30° Sud. Les couches les plus fréquentes, dans la région minière, sont des schistes violets, appartenant au système supérieur de *Kazembe*.

Sur la carte (planche XI), il y a 66 gisements de cuivre indiqués. Ils ne sont évidemment pas tous de même importance. De plus, il existe une quantité de points où affleurent certaines couches un peu imprégnées de malachite. En ce qui concerne la position de ces gisements, on peut faire les remarques suivantes :

1° A l'ouest de la rivière *Dikuluwe*, les gisements sont répartis sur deux lignes plus ou moins parallèles ; au Nord, on a d'abord une série de gisements qui, jusqu'au mont *Pungulumwe*, se trouvent dans la direction N. 75° E. et qui, par quelques couches très faiblement imprégnées de malachite, visibles çà et là et non indiquées sur la carte, se rattachent à la série ouest-est de *Pumpi-Fungurume* ; au Sud, on remarque quelques gisements, peu importants d'ailleurs, dans les Monts *Konsucki* et *Kabiringu*, dirigés également à peu près Nord 75° Est et qui se rattachent aussi à la série plus importante des monts *Kando*. Observons qu'au *sud* du onzième parallèle, on n'a trouvé aucun gisement.

2° A l'est de la rivière *Lufira*, il n'existe, au contraire, pas de gisements au *nord* de ce onzième parallèle ; mais au sud, on en a trouvé une grande quantité qui, ici, ne semblent plus disposés suivant une ou plusieurs directions plus ou moins définies, mais paraissent plutôt disséminés çà et là en plusieurs groupes.

3° Entre les rivières *Dikuluwe* et *Lufira*, il existe encore quelques gisements et les plus importants d'entre eux : *Chituru*, *Likasi*, *Kambòve*, *Sesa*, *Kumfundwa* sont disposés à peu près dans la direction Nord 40° Ouest et semblent former ainsi une ligne de réunion entre les deux groupes précédents.

Y a-t-il une relation entre cette situation géographique des mines et la structure géologique du pays ? C'est très probable, car les actions ayant amené la formation des gîtes cuprifères ont certes été influencées par la nature et l'allure des couches géologiques préexistantes.

Les couches imprégnées de sels de cuivre qui affleurent et forment ces gisements sont presque toujours situées sur le versant ou au sommet des collines plus ou moins isolées et qui tranchent fortement sur le pays avoisinant, couvert

de forêts [1], parce que, au contraire, elles sont toujours dépourvues de végétation, ne permettant guère que la croissance, pendant la saison des pluies, de hautes herbes que détruisent régulièrement les incendies de la saison sèche. J'attribue cette dénudation à la seule action des sels de cuivre, funestes à la végétation. Cela me semble déjà prouvé par ce fait que, dans tous les gisements, plus la pente du terrain est forte en partant des affleurements minéralisés, plus, par conséquent, les eaux peuvent entraîner de parcelles de minerai et plus loin aussi s'étend la partie aride ; le gisement de *Likasi* est très caractéristique à ce sujet, comme on le verra plus loin (p. M 527). En second lieu, si l'on examine la zone de la forêt la plus voisine du gisement, on voit que, sur une largeur de 100 à 200 mètres, elle n'est composée que d'une seule espèce d'arbres, appelés *misukus* par les indigènes, hauts de 2 à 3 mètres, rugueux, aux branches contournées dans toutes les directions, aux feuilles larges, aplaties, sonores : ces *misukus* forment une essence plus résistante que les autres aux influences du gisement ; alors que les autres espèces ne peuvent résister, eux croissent, mais croissent cependant malades et rabougris, car on les retrouve, en pleine forêt, plus sains et plus forts ; le gisement de *Luushia* est aussi assez caractéristique sur ce second fait, en ce sens que, Luushia étant une plaine sans pente appréciable, alors que, sur la mine, il n'y a pas du tout de végétation, la forêt peut cependant croître immédiatement à côté, sans la zone de *misukus*.

Le minerai.

Les couches sédimentaires, qui constituent un gisement de cuivre, sont imprégnées de malachite et de chrysocole,

[1] Les forêts qui recouvrent le Katanga sont formées d'arbres très espacés les uns des autres ; il n'y a pas de sous-bois ; le sol est recouvert d'herbes qui ne deviennent jamais très hautes.

de telle façon qu'elles forment elles mêmes le minerai. Ces sels de cuivre ont été déposés, par circulation d'eaux, dans toutes les fissures, dans tous les interstices des roches ; souvent, dans des schistes très fissiles, on voit parfaitement l'alternance des feuillets de la roche avec les minces couches de malachite ou de chrysocole qui se sont déposées entre eux ; dans les grès, l'imprégnation, qui s'est faite surtout dans les fissures de la roche, est beaucoup plus irrégulière et il en est de même dans les calcaires ; il est assez rare de trouver de la malachite zonaire en couche très épaisse et, à *Kakanda*, où se voyaient les plus beaux échantillons, ils ne dépassaient jamais six centimètres d'épaisseur. La malachite est souvent mamelonnée et alterne, en ce cas, avec le chrysocole. J'ai trouvé aussi, à *Likasi*, dans certaines cavités des grès, de la malachite en stalactites atteignant jusque 2 décimètres de longueur. Je décrirai, d'ailleurs, toutes ces formes, ainsi que les cristaux que j'ai étudiés, dans un prochain mémoire.

La moyenne générale des analyses faites sur des roches imprégnées de ces minéraux et provenant de dix gisements différents a donné une teneur de 14.21 °/₀ de cuivre.

Une analyse complète du minerai de Kambôve a donné :

cuivre	16.45
fer.	6.75
nickel	0.07
cobalt	0.24
chaux	traces
magnésie	3.05
alumine	2.65
acide carbonique. . . .	4.75
acide phosphorique . . .	0.13
soufre	0.10
silice	55.62
eau combinée, etc. . .	10.19
or, argent	traces
	100.00

Je note ici la présence, dans ces minerais, de l'or et de l'argent qui ont été décelés dans tous les échantillons prélevés [1] et qui existent, le plus souvent, en traces, mais parfois aussi, à des teneurs atteignant 3 grammes par tonne pour l'or et 72 grammes pour l'argent [2]. La présence de ces métaux précieux a, pour moi, une très grande importance en ce qui concerne les prévisions que l'on peut faire sur l'allure des gîtes en profondeur et j'y reviendrai plus loin.

L'oxyde noir de cuivre (mélaconise), pulvérulent, mélangé à des oxydes de fer et de manganèse, n'est pas rare dans les gisements du Katanga et y forme de petits amas ou de minces veines provenant, sans doute, de la décomposition d'autres minéraux.

Je dois aussi mentionner une autre roche très curieuse, provenant de *Likasi* ; brune, assez compacte, mais se laissant débiter en petits morceaux parallélipipédiques, tendre, ressemblant beaucoup à du lignite, elle donne, à l'analyse, jusque 9 % de cuivre ; elle est souvent traversée par un réseau de malachite en lames de 1 millimètre au plus d'épaisseur et qui provient d'un dépôt du carbonate dans les nombreuses fissures de cette roche ; il est très facile d'enlever la substance brune et d'obtenir ainsi le squelette de malachite ; on voit alors que chacune des lamelles de ce dernier minerai est formée de deux couches qui se sont déposées sur les deux parois de la fissure, en cristallisant, et ces cristaux de l'une et l'autre paroi, s'enchevêtrant les uns dans les autres, ont consolidé toute cette structure.

La chalcopyrite et la cuprite sont rares.

Le cuivre natif a été trouvé, en grains roulés, dans des

(1) Plus de 150 analyses ont été faites.

(2) Cf. H. BUTTGENBACH, Les dépôts aurifères du Katanga, *Bull. Soc. belge de géologie, d'hydrol. et de paléont.*, 1904.

alluvions provenant du lavage des parties hautes du gîte de Kambôve.

DEUXIÈME PARTIE.

Description de quelques gisements.

Je vais décrire maintenant quelques-uns des gisements de ce vaste district cuprifère. Je choisirai ceux qui sont les plus importants ou les plus intéressants.

LIKASI [1]

Ce gisement présente, d'une façon très remarquable, l'aspect habituel des gîtes cuprifères de la région, aspect qui est caractérisé, comme je l'ai dit plus haut, par l'absence complète de toute végétation autre que les graminées : une colline (fig. 1), haute de 70 mètres, ayant la forme grossière d'un triangle dont la hauteur serait approximativement dirigée Nord-Sud, s'élève au centre d'une zone bien circulaire, d'un diamètre de près de 1 000 mètres, ne renfermant ni arbres, ni arbustes : le pourtour de cette zone est recouvert de *misukus* sur une largeur de 50 mètres, après lesquels s'étend la forêt habituelle de la région ; de plus, vers l'Ouest, cette forêt est interrompue sur une largeur d'une centaine de mètres et il s'est formé une traînée inculte, descendant vers le ruisseau *Kabanga* suivant la pente par laquelle s'écoulent les eaux qui, dans la saison des pluies, sont tombées sur les roches cuprifères.

Les affleurements visibles sur la colline sont (fig. 1) :

[1] Position : 10°59′ lat. sud ; 26°45′ long. est Gr. Ce gisement a été visité par M. Cornet et décrit (*Loc. cit.*) sous le nom de *Kitulu*. Il existe bien un autre gisement, actuellement appelé *Shituru*, non loin de *Likasi*, mais la description de notre confrère ne peut s'appliquer à ce dernier gisement.

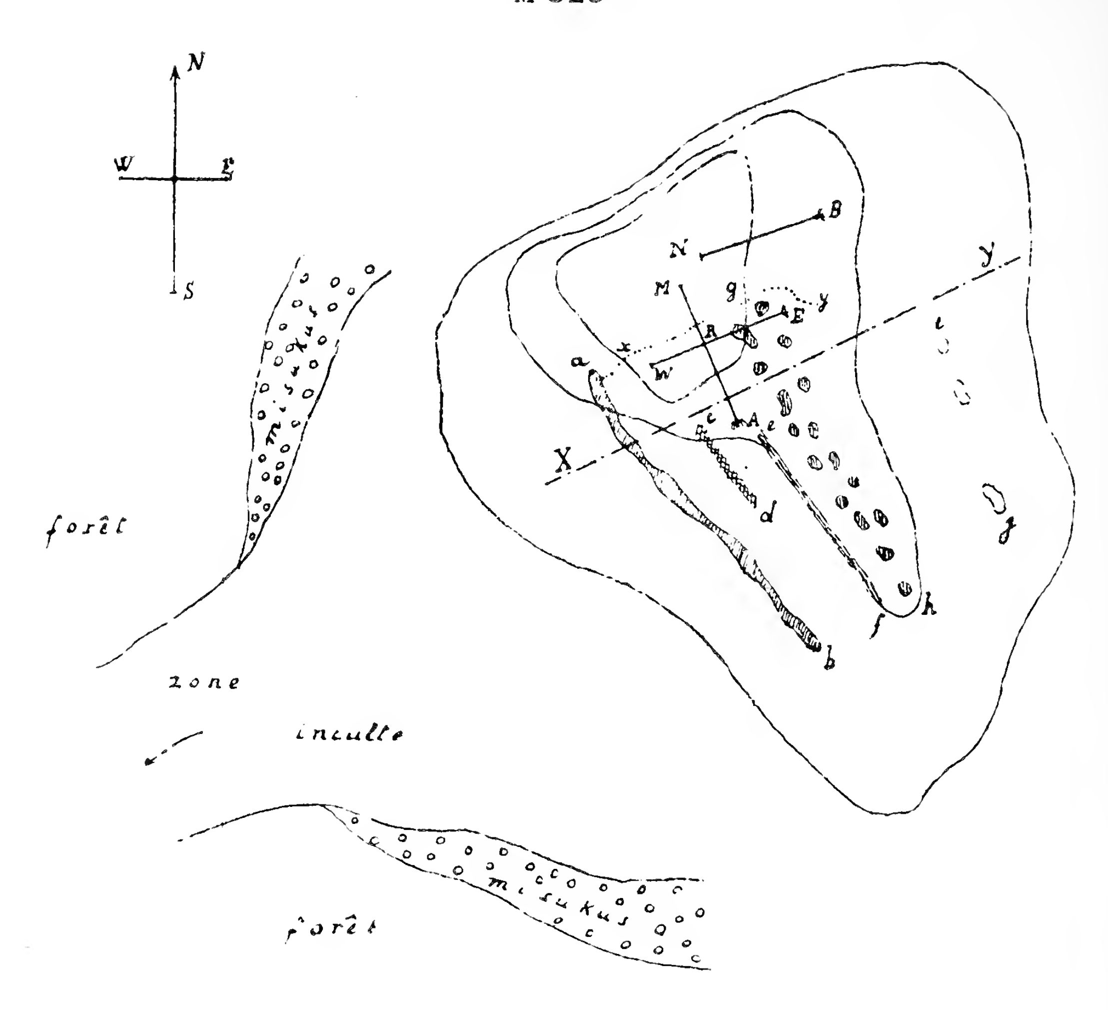


Fig. 1. — Likasi.

1°) en *ab*, une couche d'oligiste métalloïde très pur ;

2°) en *cd*, du calcaire très altéré ;

3°) en *ef*, des grès, bien stratifiés, imprégnés de malachite et qui forment une falaise de 10 mètres de hauteur ;

4°) en *gh*, un quartzite qui contient aussi des imprégnations de carbonates, moins régulières que dans les grès précédents, mais le rendant, par endroits, beaucoup plus riche : aussi, les indigènes y avaient-ils creusé des puits et des excavations souvent très profondes, sur les parois desquels la roche apparaît, bien minéralisée, mélangée de malachite et de chrysocole.

Telles sont les seules indications fournies par les affleurements. Les travaux effectués dans ce gisement ont précisé la coupe de la colline. Ces travaux consistent en

trois galeries horizontales, ouvertes au même niveau, à 30 mètres sous le sommet de la colline :

1° Une galerie AM, ouverte en A, dirigée N.24°W. et longue de 103 mètres.

2° Une galerie EW, ouverte en E, longue de 94 mètres, perpendiculaire à la précédente, qu'elle recoupe en R, à 60 mètres du point A.

3° Une galerie BN, ouverte en B, longue de 84 mètres.

La galerie AM se trouve dans le minerai jusqu'à 71.30 m. de l'ouverture A ; la galerie EW est tout entière creusée dans des roches minéralisées ; les couches traversées par la galerie BN sont, au contraire, stériles. De ces travaux, il suit qu'une coupe faite dans la colline suivant XY, à peu près perpendiculairement à la direction des couches, donnerait, de l'Ouest à l'Est (fig. 2) :

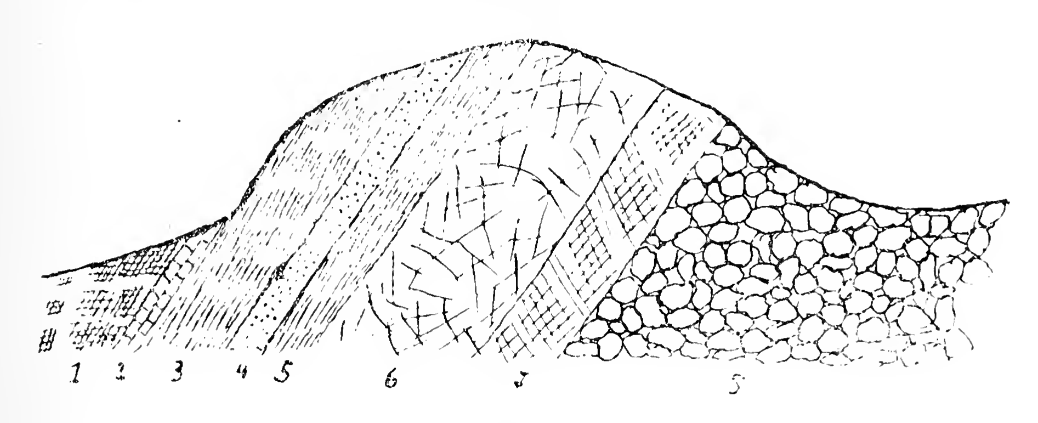


Fig. 2. — Likasi. — Coupe suivant la ligne XY de la fig. 1.

1. — Oligiste métalloïde.

2. — Calcaire gris, stérile.

3. — Grès, visibles en *ef* dans les affleurements, remplis de malachite dans tous les joints de stratification et dans toutes les fissures ; ils constituent un bon minerai.

4. — Roche pulvérulente, noire, formée d'oxyde de cuivre mélangé à des oxydes de fer et de manganèse, parcourue par de très nombreuses veines de malachite mame-

lonnée, avec chrysocole, qui sont dirigées irrégulièrement et dans tous les sens.

5. — Grès analogue au grès n° 3.

6. — Grès très dur, que j'ai appelé quartzite dans les affleurements *gh*, renfermant, dans ses nombreuses fissures, de belles veines épaisses de malachite; souvent, des cavités de quelques décimètres cubes, existant dans cette roche, sont complètement tapissées de malachite mamelonnée, avec stalactites et stalagmites du même minéral, et forment ainsi, lorsqu'on y enfonce une bougie, de petites grottes d'un effet absolument curieux. Ce quartzite est un excellent minerai.

7. — Roche brune, compacte, formée surtout de peroxyde de manganèse avec oxydes de fer et de cuivre, traversée par le réseau de malachite dont j'ai parlé précédemment (p. M 525).

8. — Grès très dur, non traversé par les travaux, visible aux affleurements en *ij* et dont quelques couches, mais peu épaisses, sont fortement imprégnées de minerai.

La direction de ces roches est, en moyenne, N. 40° W., mais un peu ondulée; elles inclinent au Sud-Ouest de 50° environ.

La teneur moyenne des roches minéralisées décrites ci-dessus est de :

cuivre : 22.16 %.
or : 0.781 grammes à la tonne.
argent : 41.136 » »

La teneur maximum a été de 49.45 % pour le cuivre, 2.840 grammes d'or et 71.988 grammes d'argent.

Ces diverses couches se retrouvent dans la galerie BN, où, cependant, elles ne sont plus minéralisées; de même, les derniers mètres de la galerie AM sont creusés dans des grès talqueux, stériles, mélangés à des couches d'argile. La direction et l'inclinaison de ces couches stériles sont

bien les mêmes que celles des couches cuprifères. Une première étude des travaux effectués m'avait fort embarrassé, car je trouvais, dans la galerie RM, des couches qui, stratigraphiquement, étaient bien les mêmes que certaines couches de la galerie RE et qui, cependant, ne pouvaient, minéralogiquement, leur être tout d'abord identifiées. Une étude plus attentive m'a permis de reconnaître que ce sont bien, en effet, les mêmes couches qui se retrouvent dans les deux galeries, couches minéralisées dans l'une, stériles dans l'autre; je suis parvenu à ce résultat, en étudiant surtout la structure fondamentale de la roche, abstraction faite des sels de cuivre qu'elle contient, c'est-à-dire en examinant le squelette sur lequel ces sels se sont déposés : c'est l'action seule de l'influence minéralisatrice qui donne à ces roches des aspects très différents en des points souvent très rapprochés et ce fait se manifeste dans tous les gisements de la région.

La mine de Likasi est très intéressante, notamment quant aux points suivants :

1° une structure de la malachite et du chrysocole qui montre bien par quel mode de formation le dépôt s'est effectué ;

2° la présence de l'argent dans le minerai, à une teneur assez forte ;

3° la présence de couches de calcaire et d'oligiste, joignant les couches siliceuses minéralisées ;

4° l'interruption presque subite de l'imprégnation cuprifère à peu près suivant la ligne x y de la figure 1.

FUNGURUME

Ces gisements [1] consistent en cinq collines alignées suivant deux directions principales : Est-Ouest et N. 60° E. Elles sont représentées sur la figure 3.

[1] Position : 10°36'36" lat. sud et 26°20'30" long. est Gr.

La rivière *Dipeta*, qui vient de l'Ouest, se détourne assez rapidement de sa direction primitive, pour se diriger vers le Sud, dans la gorge creusée entre les monts nord et nord-ouest, puis, comme il est indiqué sur le croquis, reprend brusquement cette direction primitive, après avoir contourné le mont ouest. Il est à remarquer que, au nord des monts de Fungurume, on ne voit aucun obstacle qui ait forcé la rivière à prendre ce cours capricieux et qu'il eût même paru plus logique de la voir continuer directement vers l'Est, en M N, au lieu de se creuser une gorge profonde et escarpée dans les monts en question. Les versants nord de ces collines sont en pente assez douce, tandis que les versants sud sont tous très abrupts, formant même de véritables falaises. Les altitudes au dessus de la rivière sont indiquées sur la figure 3.

Au sud de la rivière *Dipeta*, les collines, beaucoup moins élevées, elliptiques, arrondies, ont un tout autre facies que celles du gisement.

Les différentes roches visibles dans les affleurements des monts Fungurume sont :

1° des quartzites blancs, très durs, que l'on trouve surtout au sommet des collines, en blocs parfois énormes, ruiniformes, remplis de nombreuses mais assez petites cavités.

2° des grès plus ou moins fissiles.

3° une roche calcareuse, compacte, rouge, renfermant une énorme quantité d'oligiste en très petites paillettes cristallines, disséminées en tous sens ; la roche contient, d'ailleurs, elle-même une grande quantité d'oxyde ferrique; elle est argileuse : sur le versant sud du mont est, elle se présente souvent en blocs arrondis, de plusieurs mètres cubes, amoncelés les uns sur les autres ; les eaux y ont parfois creusé de petits tunnels ou arcades.

Les quartzites et la roche rouge oligistifère ne montrent

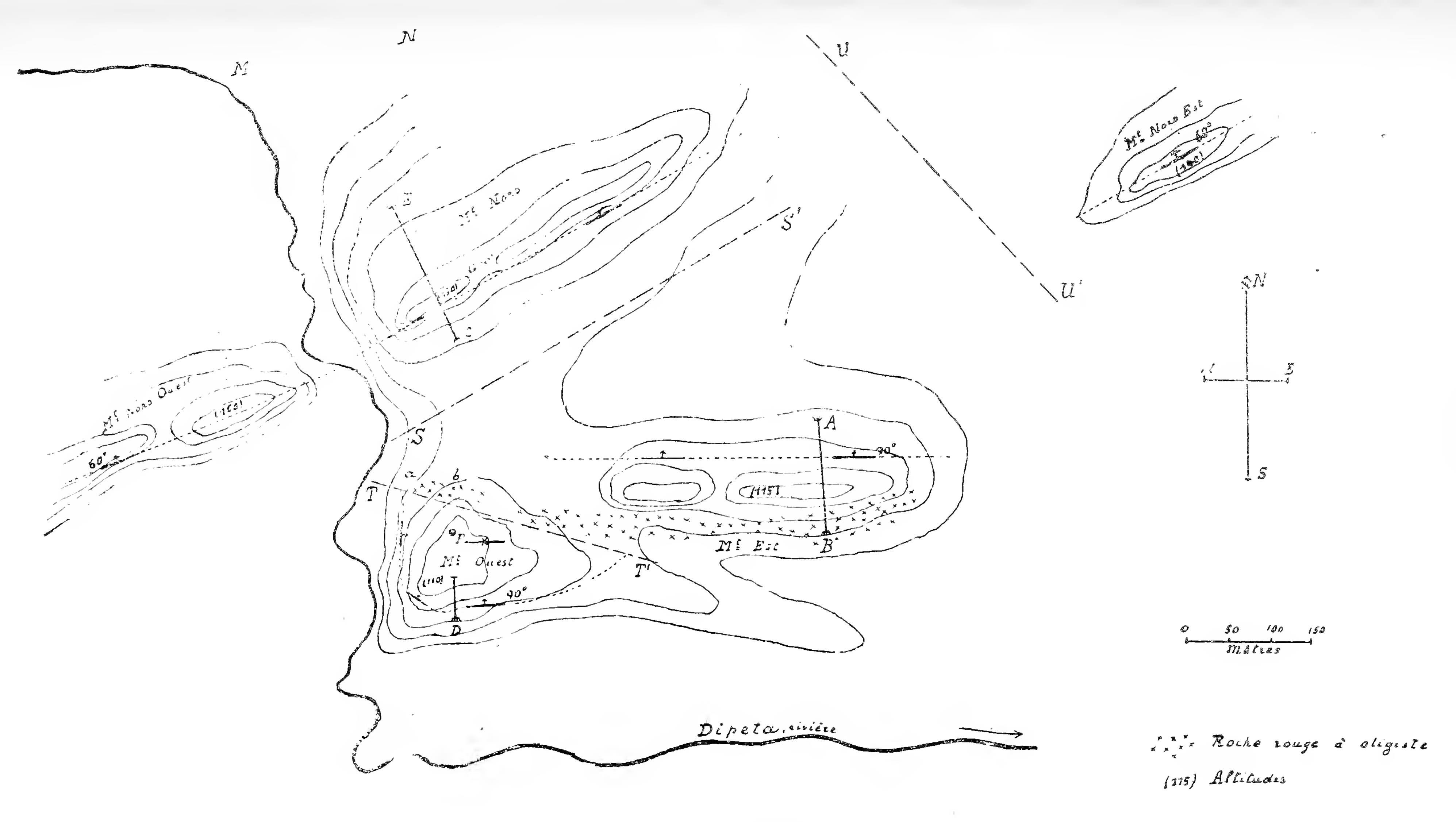


FIG. 3. — Fungurume.

pas de cuivre aux affleurements ; les grès sont, au contraire, imprégnés de malachite.

La partie la plus importante est la partie centrale, comprenant les monts nord, est et ouest ; on y a effectué des travaux de recherche qui ont permis de dresser les coupes géologiques de leurs sections. Je vais d'abord décrire chacune des collines de Fungurume et je tâcherai ensuite de déterminer les relations qui existent entre elles.

Mont nord-est.

Les couches sont dirigées N. 60° E. et inclinent de 30° vers le Nord. On y observe deux systèmes de grès minéralisés, séparés par des quartzites.

Mont nord.

Cette colline, dirigée N. 60° E., s'étend sur 600 mètres de longueur, avec une hauteur de 150 mètres au-dessus de la rivière. Une galerie CE creusée à 50 mètres sous le sommet de la colline, la traverse complètement et donne la coupe suivante (fig. 4) :

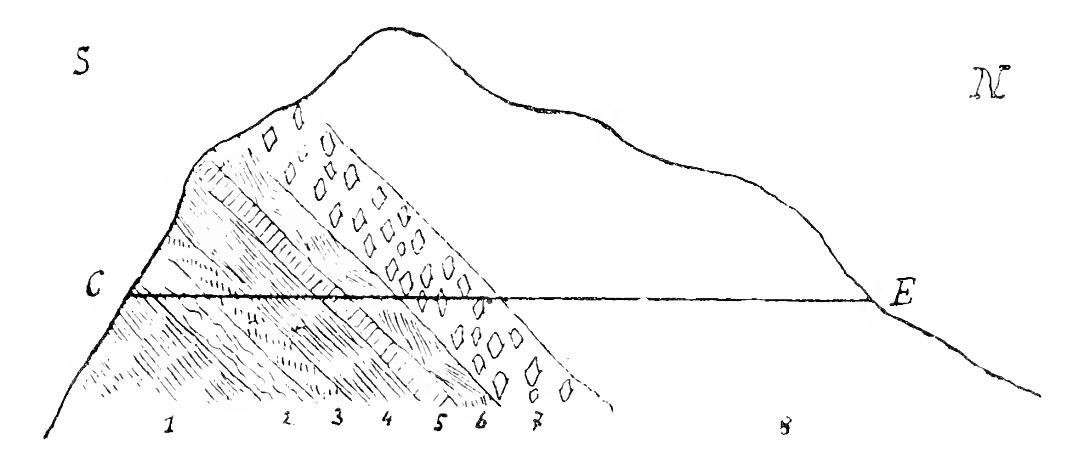


FIG. 4. — Fungurume.

1. Argile avec un peu de malachite. Ép. $6^m.30$.
2. Argile stérile. Ép. $14^m.50$.
3. Argiles alternant avec des bancs de grès. Ép. $9^m.15$.
4. Grès minéralisé. Ép. $16^m.60$.
5. Argiles et grès alternant, minéralisés. Ép. $8^m.40$.
6. Argiles minéralisées. Ép. $6^m.30$.
7. Quartzites avec feldspaths. Ép. $28^m.25$.
8. Grès divers, stériles. Ép. $94^m.70$.

Longueur totale : $184^m.20$.
Direction des couches : N. 50° E.
Inclinaison : 45° Nord.

La roche 7 est une des plus curieuses que j'aie jamais vues et je ne sais quel nom lui donner : elle est formée de gros cristaux de feldspath (orthose), clivables, roses, ayant plusieurs centimètres cubes de volume, englobés dans une pâte où la loupe montre de minces fibres enchevêtrées de silice qui, à plusieurs centimètres de distance des cristaux de feldspath, se changent en grains de quartz se soudant de plus en plus entre eux et passant ainsi au quartzite. Cette roche se trouve dans tous les gisements voisins du Fungurume. C'est elle qui recouvre les sommets des collines, de ces blocs ruiniformes que j'ai déjà cités ; les cavités qui existent dans ces blocs sont dues à la disparition des cristaux d'orthose.

Mont nord-ouest.

Les affleurements montrent les mêmes grès minéralisés séparés par des quartzites.

Mont est.

Cette colline, dirigée Est-Ouest, a 400 mètres de longueur ; une galerie horizontale AB la traverse de part en part et est creusée à 27 mètres sous le sommet. La coupe est la suivante (fig. 5) :

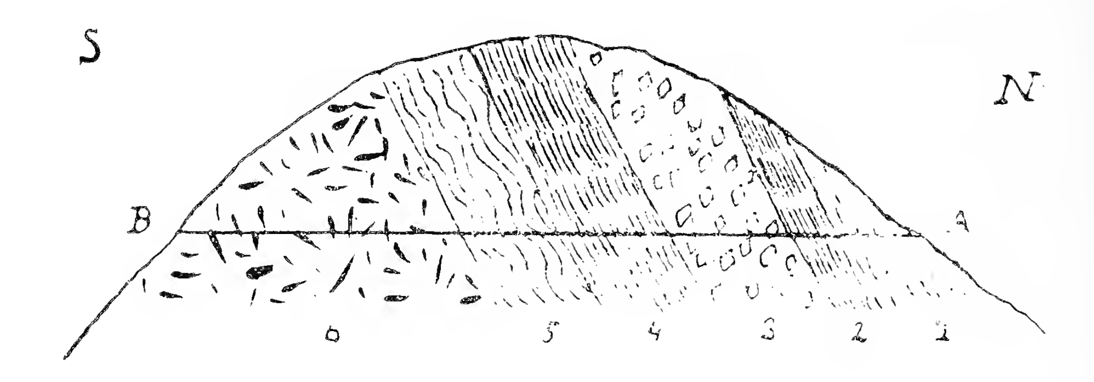


Fig. 5. — Fungurume.

1. Schistes stériles : $d = 95°$; $i = 40°$ N. ; ép. 16 m.70.
2. Grès minéralisé. Ép. 7 m.00.
3. Quartzites avec feldspaths. Ép. 25 m.90.
4. Grès minéralisé : $d = 100°$; $i = 50°$ N. ; ép. 23 m.10.
5. Grès stérile. Ép. 18 m.90.
6. Roche rouge, oligistifère. Ép. 55 m.00.

En se basant sur les affleurements, on peut voir que cette succession de couches reste la même sur toute la longueur du mont. A l'extrémité ouest de la colline, on ne distingue plus que, par endroits, la roche oligistifère, le reste étant entièrement recouvert de blocs de quartzite.

Mont ouest.

Cette colline a la forme d'un triangle, s'élevant à 100 mètres au-dessus de la vallée de la Dipeta ; ses versants sont très escarpés ; la partie supérieure est un plateau à peu près horizontal que recouvrent les dalles de grès souvent minéralisés, en couches très faiblement inclinées vers l'Ouest. Au contraire, sur la falaise ouest, affleurent des couches fortement inclinées vers l'Est, alors que, sur le versant sud, ces mêmes couches sont fortement inclinées vers le Nord. La structure de cette colline a donc complètement perdu la régularité de celle des collines précédentes et, malheureusement, les travaux entrepris, non terminés à mon départ, ne me permettent pas de

préciser cette allure compliquée. Ces travaux consistent en un puits creusé en F, sur le plateau (fig. 3), et en une galerie ouverte en D, sur le versant sud. Voici les couches traversées (fig. 6) :

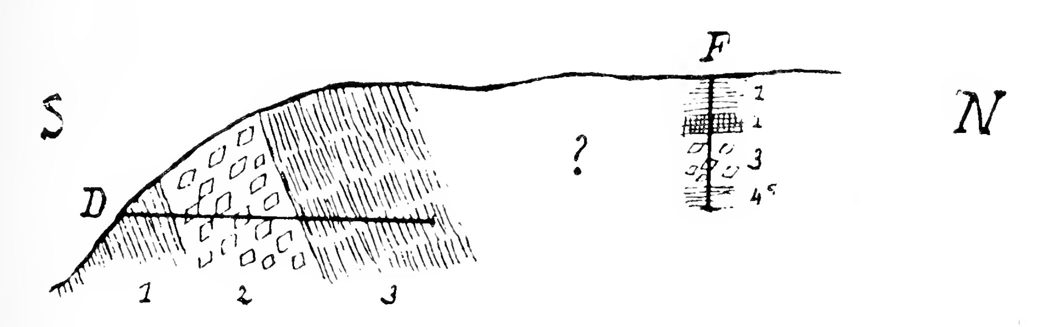


Fig. 6. — Fungurume.

Galerie D.

1. Grès minéralisé, en bancs alternant avec des couches de sable jaune. $d = 85^{\circ}$; $i = 90^{\circ}$ N. ; ép. 13 m.50.
2. Quartzites à feldspaths. Ép. 20 m.50.
3. Grès minéralisé. Ép. 23 m00.

Puits F.

1. Grès stérile. Ép. 7 m.00.
2. Grès minéralisé. Ép. 5 m.00.
3. Quartzites à feldspaths. Ép. 14 m.50.
4. Grès minéralisé.

Toutes ces couches sont à peu près horizontales.

Conclusions.

De l'examen de ces coupes et de l'étude des affleurements, nous pouvons déduire les faits suivants :

Il y a, à Fungurume, deux séries de couches, l'une dirigée N. 60° E., l'autre dirigée E.-W. On trouve la première dans les monts nord, nord-est et nord-ouest, où elle se succède régulièrement avec, cependant, une légère déviation entre les deux premières collines, due, sans doute, à une

faille U U', dessinée par la vallée qui les sépare (fig. 3). La seconde série, dirigée Est-Ouest, est surtout visible dans le mont est où, sur tout le sommet de la colline, on peut suivre l'affleurement des quartzites à feldspaths, visibles, dans la coupe de la galerie, entre deux systèmes de couches de grès minéralisé. Mais le meilleur horizon de cette coupe consiste en la roche rouge à lamelles d'oligiste, si curieuse et si reconnaissable ; or, cette roche rouge, on peut la suivre sur tout le versant sud de la colline ; puis on la trouve dans le prolongement de cette colline, dans la gorge qui la sépare du mont ouest ; et enfin, on la revoit, formant ainsi une ligne discontinue, au nord de ce dernier mont, dans de petites tranchées creusées en *a* et *b* (fig. 3). J'ai donc dessiné, sur la figure, la ligne discontinue de cette couche qui se trouve au sud de la série est-ouest et il s'ensuit que cette série doit venir buter contre la série de couches du mont nord, dont elle est séparée par une faille SS'.

Quant au mont ouest, si nous observons que, dans la galerie D, on retrouve des grès minéralisés séparés par une épaisseur de quartzites feldspathiques qui se rapproche de celle des mêmes quartzites séparant les mêmes grès dans le mont est, il faut en déduire qu'il n'est qu'un lambeau détaché de l'extrémité ouest de ce dernier mont, lambeau rejeté au Sud-Est et en étant actuellement séparé par une seconde faille TT', suivant laquelle les eaux se sont facilement creusé leur chemin pour descendre de la colline.

L'allure tourmentée des couches de cette colline n'est, sans doute, que le résultat de cet effort, qui s'est manifesté d'abord par un plissement autour d'un axe vertical, de sorte que nous trouvons, sur les flancs de la colline, des couches dirigées d'abord Nord-Sud, puis dans les diverses directions jusque Est-Ouest, et ensuite par un plissement

horizontal ayant amené un paquet de roches sur le sommet de la colline.

Je ne veux pas tâcher d'identifier ces couches horizontales du mont ouest avec l'une ou l'autre des couches redressées que l'on voit sur ses flancs ; je ne veux pas non plus tâcher de raccorder les couches du mont nord à celles du mont est : il ne serait pas difficile, en effet, de supposer plusieurs systèmes de raccordements, en faisant intervenir des plissements et mêmes de nouvelles failles. Je trouve que nos connaissances sur ces diverses couches ne sont pas encore suffisantes pour permettre de telles suppositions. C'est ainsi que si, par l'examen des diverses coupes et des affleurements, je suis persuadé de l'existence des deux failles SS' et TT', je n'ai aucune idée sur leur allure. Dans ces conditions, je crois prématuré de vouloir donner une histoire complète des mouvements qui ont disloqué ces massifs ; de nouveaux travaux seraient nécessaires à cet effet et ils étaient inutiles à faire pour juger de la valeur industrielle du gisement.

Je ferai remarquer que le point de réunion des failles SS' et TT' devait être un point de très faible résistance et là se trouve, sans doute, la raison du passage de la *Dipeta* entre les monts nord et nord-ouest.

Toutes les roches de la contrée environnante appartiennent au *système de Kazembe* ; ce sont surtout des schistes violets, dont l'allure est, en moyenne, Est-Ouest avec un pendage vers le Nord. Je n'ai pu examiner les relations directes de ces roches avec celles du gisement.

Luushia.

L'aspect topographique de ce gisement [1] diffère complètement de celui des autres gîtes du Katanga :

[1] Position : 11°10'42" lat. sud et 26°59' long. est Gr. C'est la mine *Djola* que Reichard visita en 1883 et que M. Cornet a décrite sous le nom de *Kiola*.

Luushia est une plaine, sans le moindre accident de terrain; la partie minéralisée forme un rectangle irrégulier, allongé du Nord au Sud et, alors que le pays environnant est recouvert de la continuelle forêt du Katanga, ce losange, d'une superficie de 15 hectares environ, est entièrement dépourvu de végétation.

On peut dire que la loi des dissemblances est bien appliquée à Luushia : cette surface plane et uniforme qui couvre tout le gisement cache les terrains et les couches les plus dissemblables, tant au point de vue de leur allure que de leur composition. Déjà, une inspection rapide du gisement montre la difficulté qu'il y a de l'interprèter : ici, on trouve des couches verticales et, quelques mètres plus loin, ce sont des roches horizontales ; là, on trouve des roches dures, disloquées, fracturées et, à côté, ce qui semble de tranquilles alluvions.

Les travaux permettant d'étudier le gîte sont très nombreux, mais, malheureusement, très peu profonds. Les indigènes ont extrait beaucoup de minerai à Luushia, soit par de larges excavations creusées dans les roches dures du sud du gisement, soit par des puits circulaires, profonds de 2, 3 ou 4 mètres, qu'ils ont pratiqués dans les roches tendres et altérées de la partie nord.

Je vais exposer toutes les observations que j'ai faites et dans l'ordre même où elles ont été faites. Je les numérote par des chiffres qui indiquent, sur la figure 7, les différents points du gisement auxquels elles se rapportent.

(1) (2). Une tranchée ouverte en ce point et longue de 30 mètres, dirigée Est-Ouest, avec une profondeur maximum de $1^{m}.50$, montre, de (1) vers (2) :

a. Grès blanc, ayant parfois l'aspect du jaspe, sans en avoir la dureté, imprégné de malachite, d'azurite, de chrysocole. Cette couche a une épaisseur de $0^{m}.10$ seulement.

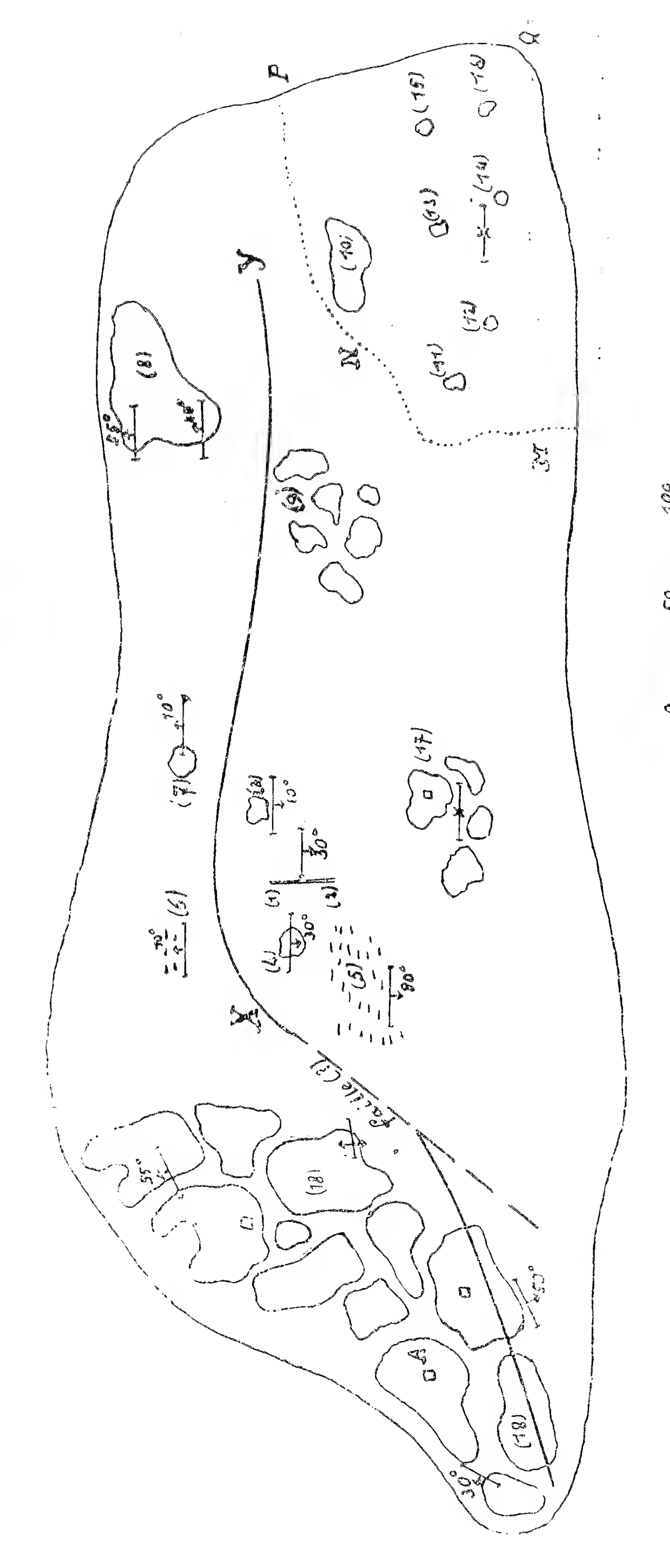


FIG. 7. — Lushia.

b. Rognons de malachite et d'azurite, aplatis suivant la stratification et se comprimant ensuite jusqu'à prendre une texture feuilletée. Ép. $0^m.25$.

Ces couches sont dirigées Nord-Sud et inclinent de 30° vers l'Est.

Sur tout le reste de la tranchée, il n'y a plus de stratification visible et les roches changent d'aspect : elles deviennent dures, amygdaloïdes ; la malachite y est souvent cristallisée.

(3) A 20 mètres au nord de cette tranchée, se trouve un puits indigène, profond de 4 mètres. Les roches y sont dirigées Nord-Sud et inclinent seulement de 10° vers l'Est ; j'y ai relevé la succession suivante :

$0^m.10$ à $0^m.30$, grès feuilleté imprégné de malachite ;
$0^m.30$ à $0^m.80$, argiles stratifiées, jaunes, avec veines de malachite mamelonnée ;
$0^m.80$ à $1^m.90$, grès très irrégulièrement imprégné de minerai ;
$1^m.90$ à $2^m.60$, grès jaspoïde ;
$2^m.60$ à $2^m.90$, argiles stratifiées, jaunes, avec veines de malachite ;
$2^m.90$ à $3^m.10$, grès feuilleté ;
$3^m.10$ à $4^m.00$, psilomélane, avec belles cristallisations de malachite.

(4) Excavation indigène, large de $5^m.00$ et profonde de $4^m.50$, au fond de laquelle se voient des grès tendres, régulièrement imprégnés de malachite, orientés Nord-Sud, inclinés de 30° vers l'Est et surmontés de grès plus durs, ayant la même orientation.

(5) Affleurements des mêmes grès, dirigés Nord-Sud et inclinés vers l'Est.

(6) Affleurements des mêmes grès, dirigés Nord-Sud et inclinés vers l'Ouest.

(7) Le puits indigène, creusé en cet endroit, montre, au

fond, un mètre d'épaisseur d'argile stratifiée, jaune, contenant de belles veinules et de belles concrétions de malachite pure ; au-dessus, vient un mètre d'un minerai formé d'un mélange de psilomélane, limonite, malachite et *chalcopyrite* ; le tout est surmonté d'un mètre de grès talqueux et un peu micacé, imprégné de malachite. Roches inclinées vers l'Ouest.

(8) Succession de grès blancs, talqueux, parfois très durs, interstratifiés de malachite. Roches dirigées Nord-Sud et plongeant vers l'Ouest de 40° et de 55°.

(9) Les excavations peu profondes, creusées ici, mettent au jour une terre brunâtre, manganésifère, où de rares grains de malachite apparaissent. Je crois que c'est un produit d'altération.

(10) Blocs de grès, avec larges veines de belle calcite spathique, blanche.

(11) (12) (13) (14) (15) et (16). Toute cette partie nord-est du gîsement qui, sur tout l'espace MNPQ, égal à plus de 2 hectares, est criblée de puits et d'excavations, présente, à la surface, une terre d'une couleur rouge vif, due à la présence d'une très forte quantité d'oxyde ferrique : c'est certes un produit d'altération du sous-sol. Le tableau de la page suivante renseigne les coupes relevées aux six points indiqués. Les couches paraissent horizontales ; peut-être ont-elles une faible inclinaison vers le Sud. On remarquera l'irrégularité complète des diverses couches, qui, lorsqu'elles se retrouvent dans deux ou trois puits, sont à des niveaux complètement différents.

Que la terre rouge supérieure soit un produit d'altération sur place, cela me semble prouvé par les deux faits suivants :

1° Dans le puits (15), cette terre rouge contient, vers le bas, de gros cailloux de grès blanc ; le même grès se retrouve plus bas, inaltéré, séparé de la terre rouge par un cailloutis de même nature, en voie de désagrégation.

Surface du sol.

(11)	(12)	(13)	Profondeurs	(14)	(15)	(16)
		Terrain d'al-	0.30			
		tération	0.60		Terrain d'alté-	Terrain d'al-
Terrain d'al-tération	Terrain d'al-tération	Grès avec cailloux de malachite	0.90	Terrain d'al-tération	ration	tération
		Sable rouge, devenant jaune vers le bas et chargé de grains de grès blanc et de malachite	1.20			
			1.50		Cailloutis de grès	
Argile brune, avec grains de malachite		Grès blanc, avec malachite	1.80	Sable stratifié avec grains de grès blanc	Grès blanc, stérile	Argiles avec veinules de malachite

Rognons de malachite		Sable jaune, peu stratifié	2.10	Sable jaune, avec veinules de malachite	Argile grasse, avec rognons de psilomélane	Malachite et azurite
	Schistes blancs, stériles	Grès jaune, avec malachite mamelonnée	2.40			Argile avec malachite
		Sable interstratifié de malachite	2.70	Argile rouge	Sable argileux	
			3.00	Sable avec veines de malachite		
			3.30	Sable interstratifié de malachite	Argile avec malachite	
			3.60	Argile rouge, stérile		
			3.90			
			4.20	Sable jaune, avec veines entrecroisées de malachite		
			4.50			
			4.80			
			5.10			

2° Dans le puits (16), ces couches de grès ont déjà disparu et ne se retrouvent qu'en cailloux très altérés, vers le milieu de la terre rouge, tandis que, vers le bas, on voit des rognons de l'argile sous-jacente, elle même en voie de désagrégation.

Ce terrain d'altération ne se trouve que dans cette partie nord-est du gisement, ce qui est dû, je crois, à ce que, dans le reste du gîte, l'inclinaison des strates, jointe à une nature de roches plus fissurée, facilitait un écoulement plus rapide des eaux, évitant cette altération progressive de haut en bas.

(17) Ces excavations indigènes montrent des couches horizontales, un peu imprégnées de malachite.

(18) Dans les larges excavations creusées au sud du gisement, on trouve surtout des grès, souvent durs, parfois talqueux, irrégulièrement imprégnés de malachite. Ces couches sont dirigées N. 10° à 60° W. et inclinées vers l'Est ou vers l'Ouest, comme il est indiqué sur le plan. Observons maintenant, qu'au fond d'un puits creusé en A, plus d'un an avant mon arrivée, j'ai vu, à 13 mètres sous le niveau de la plaine, une couche horizontale de malachite dans des grès. Le mauvais état du puits ne m'a pas permis d'autre observation.

De ce qui précède, il résulte que nous pouvons, à Luushia, distinguer quatre types de minerai :

α) Argile jaune, un peu sableuse, dans tous les joints de laquelle la malachite forme des veines peu épaisses qui s'entrecroisent souvent.

β) Grès interstratifié de malachite.

γ) Malachite mamelonnée, presque pure, souvent en rognons, parfois mélangée à l'azurite et au chrysocole.

δ) Roche formée d'un mélange très dur et très compact de malachite et d'azurite, souvent avec limonite et psilo-

mélane, parfois avec chalcopyrite. Sur certains échantillons, on voit très bien la transformation du sulfure de fer et de cuivre en limonite et en carbonate de cuivre.

Les analyses du minerai de Luushia ont donné de 5.25 à 33.75 °/o de cuivre.

En comparant les diverses coupes que j'ai relevées, je crois que le gisement est formé d'une série de roches formant une voûte, dont l'axe serait à peu près dirigé suivant la ligne XY de la figure 7. Le versant ouest de ce synclinal est formé de roches assez régulièrement inclinées vers l'Ouest, tandis que le versant est est composé de couches devenant assez rapidement horizontales, ce qui donne plus de facilité à leur altération progressive de haut en bas, ne permettant plus ainsi une identification complète. Notons que c'est suivant l'axe du synclinal, que l'on trouve le minerai formé de chalcopyrite.

Kolwezi.

Ce gisement est situé [1] près du confluent de deux ruisseaux, le *Kolwezi* et le *Musonoi*, affluents du Lualaba ; c'est une colline qui vient se terminer, en éperon, à ce confluent. La surface minéralisée est le versant nord de cette colline.

Une tranchée, profonde de 2 à 5 mètres, large de 15 mètres, a été creusée par les indigènes sur les 400 mètres de longueur du gisement. De part et d'autre de cette tranchée, on voit des grès, plus ou moins durs, dirigés N. 75° E. et verticaux ou faiblement inclinés au Nord. Ces grès constituent un minerai d'autant plus beau, que la roche est plus dure. Ils s'appuient, au Nord, contre des quartzites stériles (fig. 8). Les indigènes ont aussi extrait du minerai

(1) Situation : 10° 44′ 24″ lat. sud et 25° 29′ long. est Gr.

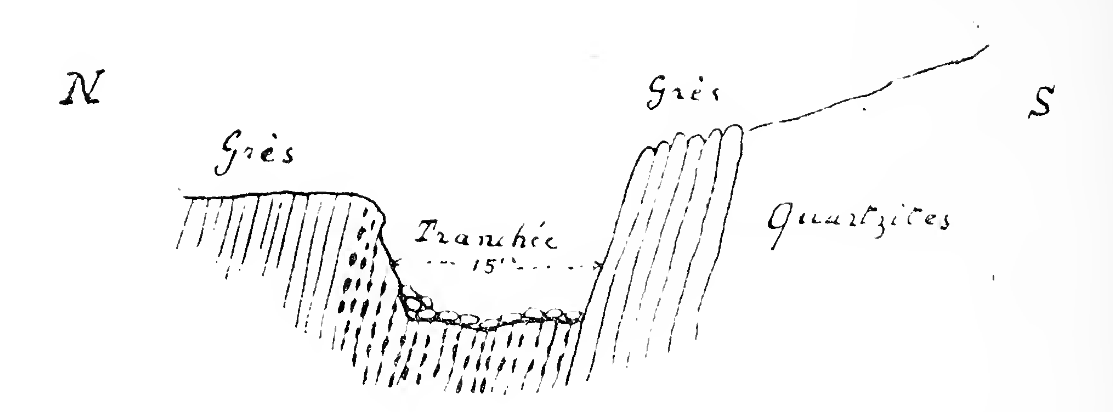


Fig. 8. — Kolwezi.

de ces grès, mais ils se sont surtout attaqués à la partie centrale, parce qu'ils y ont trouvé une roche beaucoup plus tendre, plus facile à extraire et à travailler.

En examinant cette tranchée, j'ai observé d'abord, vers le haut, des couches bien stratifiées, de même direction que les grès, quoique moins inclinées, de sables compacts, diversement colorés, entre les joints desquels se trouvent, en très grande quantité, des nodules aplatis de malachite pure, de diverses grandeurs, pouvant même atteindre une surface de 2 décimètres carrés. Dans les parties tout à fait supérieures, les nodules sont beaucoup plus volumineux et, dans les déblais innombrables qui recouvrent le sol de la tranchée, j'ai trouvé de ces morceaux de malachite, épais de 4 à 5 centimètres ; d'aucuns avaient jusqu'à 15 décimètres carrés de surface et, en général, ils pesaient 4 et 5 kilogrammes. Étudiant ensuite attentivement la couleur de cette malachite, la forme des nodules, leur distribution dans les joints des sables, j'en ai conclu qu'ils sont un produit moderne de la concentration du même minéral, existant, en profondeur, à un état plus disséminé. L'examen des parties profondes de la tranchée m'a montré la roche en place, qui est ici un grès très tendre, à stratification bien régulière et parallèle à celle des grès avoisinants, mais beaucoup plus friable. Ce minerai attirait évidemment

le travail des indigènes, mieux que celui des roches dures et c'est pourquoi ils se sont surtout attaqués à ces couches et y ont creusé la longue tranchée que j'ai indiquée; exploitant surtout la partie supérieure des couches, là où elles sont remplies de malachite en grains et en nodules, ils en remplissaient des paniers qu'ils allaient ensuite *laver* au ruisseau, de façon à amener un enrichissement du minerai, absolument de la même façon que se pratique le lavage des alluvions aurifères à l'aide du *pan* américain.

Kambôve.

Les nombreux travaux de recherche qui ont été effectués dans cette mine (¹) me permettront d'en donner une description un peu plus précise que je n'ai pu le faire pour les gisements précédents. Je dirai, cependant, que le peu de profondeur relative atteinte par les puits de recherche, quoique suffisante pour apprécier l'énorme valeur industrielle de ce gisement, ne me permettent cependant pas encore de présenter une description aussi complète que je le voudrais.

Dans un premier rapport qui a été publié dans le *Mouvement géographique* (²) et qui était le résultat de l'étude des affleurements ainsi que de quelques petits travaux effectués alors, j'ai donné une première description de cette mine. Les travaux effectués à cette époque ne s'enfonçaient qu'à une dizaine de mètres de profondeur et restaient dans les couches visibles aux affleurements. Durant mon séjour au Katanga, ces puits ont été descendus à plus de 30 mètres, de nouveaux puits ont été foncés, et des galeries ont été percées à divers niveaux. Ces travaux ont donné ainsi un bon exemple de la complication que

(¹) Situation : 10° 53′ 12″ lat. sud et 26° 37′ 10″ long. est. Gr. C'est le *Kambobe* de M. Cornet.

(²) Numéro du 23 novembre 1902.

peuvent présenter ces gisements qui, à la surface, sont tout à fait réguliers et c'est la raison qui m'excusera de m'être borné à décrire les gisements précédents sans rien préjuger de leur état en profondeur.

Les affleurements cuprifères de Kambôve sont surtout visibles entre deux collines dirigées Est-Ouest, hautes de 60 à 80 mètres et que j'ai appelées collines nord et sud (figure 9). Ces affleurements, dans lesquels les indigènes avaient creusé de nombreuses excavations pour en retirer le minerai [1], s'étendent suivant une ligne un peu ondulée de l'Ouest à l'Est et leur largeur va aussi en diminuant dans la même direction; ils sont représentés, sur la figure, par le massif *a a' b b'*; le terrain va également en s'abaissant vers l'Est, où il est brusquement coupé, en TT', par le profond ravin de Livingstone. Au nord du gisement, s'étend le plateau du Camp, découpé également par le même ravin et par quelques autres, dans lesquels se trouvaient les alluvions aurifères qui ont été exploitées en partie et que j'ai décrites d'autre part [2].

A l'ouest du gisement, il se produit une dénivellation de quelques mètres, après laquelle disparaissent subitement tous les affleurements de roches cuprifères et autres; le pays est ici recouvert d'un profond manteau de terres altérées, qui cachent complètement les relations des roches cuprifères avec celles de la région.

A l'est, au contraire, en *a' b'*, on voit les couches minéralisées cesser à peu près subitement pour faire place aux schistes violets, caractéristiques du système de Kazembe, schistes que l'on retrouve également au nord et au sud de tout le massif minéralisé.

[1] Quelques années avant mon arrivée au Katanga, les indigènes avaient abandonné l'exploitation de ces couches, à la suite d'éboulements dans leurs excavations, lesquels avaient occasionné plusieurs morts.

[2] Cf. H. Buttgenbach. Les dépôts aurifères du Katanga. *Bull. Soc. b. de géol.*, 1904.

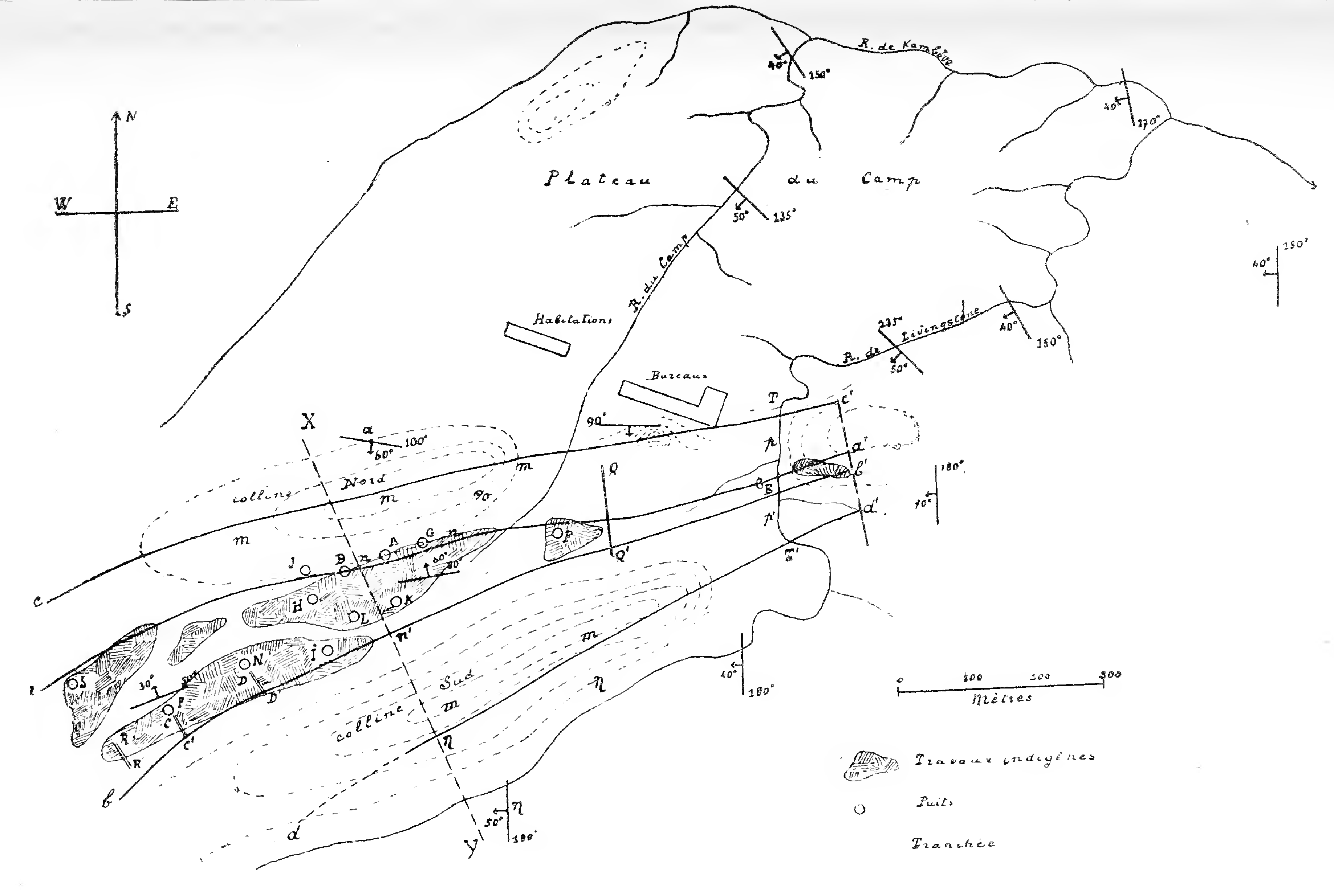


FIG. 9. — Kambôve.

Etude des affleurements.

Dirigeons-nous d'abord du Nord au Sud, en suivant à peu près la ligne XY de la fig. 9. En α, sur le flanc de la colline nord, nous rencontrons les schistes violets de Kazembe, dirigés à 100° environ et inclinés *vers le Sud* de 60°. Le sommet de la colline nous montre, en *m*, des affleurements de grès très durs, en blocs irréguliers et où n'est visible aucune stratification ; ces grès se retrouvent en *n*, mais ils commencent ici à devenir un peu imprégnés de carbonates de cuivre. Cependant, ils sont alors séparés des grès précédents, visibles en *m*, par une roche assez particulière, blanche, très compacte, argileuse, grasse au toucher, qui a été recoupée, en σ, par une petite galerie pratiquée pour servir de dépôt à dynamite ; nous les retrouverons dans les travaux souterrains. Au sud de ces roches, les couches de grès et de schistes, fortement imprégnées de malachite et dans lesquelles avaient surtout été pratiqués les travaux indigènes, se rencontrent sur une assez forte largeur de *n* en *n'* ; ces couches sont dirigées N. 50° à 90° E. et inclinent *vers le Nord*, d'un angle variable de 30° à 80°. Au sud de ces affleurements cuprifères, sur le versant de la colline sud, on ne trouve que des éboulis du haut de la colline qui montre en place un grès très dur, analogue au grès visible en *m*, et qui vient buter, en α_1, contre des schistes de Kazembe ; seulement, ici, ces schistes sont dirigés Nord-Sud et pendent à l'Ouest.

Dans le ravin de Livingstone, qui recoupe le gisement en TT', les affleurements montrent beaucoup moins que l'on ne pouvait espérer, à cause des nombreux éboulis qui recouvrent les versants ; nous noterons, cependant, que la même roche blanche et grasse est visible en *p* et *p'*, de part et d'autre des couches cuprifères, qui sont ici très peu épaisses.

Des observations faites en d'autres points montrent les mêmes sortes de roches et il s'ensuit qu'il existe, à Kambôve, un massif limité, sur la figure 9, par les lignes *cc'd'd*, massif qui est englobé dans les schistes violets de Kazembe. Suivant à peu près l'axe de ce massif, en *aa'b'b*, on trouve les schistes et les grès régulièrement stratifiés, imprégnés de carbonates de cuivre; au nord et au sud de ces couches, qui sont dirigées approximativement de l'Ouest à l'Est et inclinent vers le Nord, il existe des grès passant au quartzite et aussi cette roche argileuse spéciale que j'ai signalée aux points σ, *p* et *p'* et que nous retrouverons plus loin. La largeur de ce massif va en diminuant de l'Ouest vers l'Est, où il se termine brusquement.

L'allure des couches violettes de Kazembe est intéressante ; nous avons vu que, contre le bord nord du massif, en α, les couches sont dirigées à 100° et inclinent au Sud ; au contraire, contre le bord sud, elles sont dirigées Nord-Sud et inclinent à l'Ouest et il en est de même contre la bordure orientale du massif cuprifère. Or, comme on peut le voir sur la figure 9, où j'ai noté quelques observations d'allures, la direction de ces schistes varie insensiblement de 90° à 180°, lorsqu'on les étudie sur le plateau du camp et dans les gorges qui le découpent. Il y a donc là une structure assez particulière, les couches, dirigées en général à 180°, se courbant sur le bord nord du massif jusqu'à lui devenir parallèles et formant ainsi une sorte de demi pli en éventail vertical.

Travaux de recherche.

On a effectué, à Kambôve, les différents travaux suivants ; je choisis pour cote 0 l'orifice du puits H :

1° un puits en S (cote + 4?), profond de 15 mètres et descendu dans les grès et schistes cuprifères, qui inclinent vers le Nord ;

2° une tranché RR', peu profonde, dans les mêmes roches ;

3° un puits P (cote + 12.40), profond de $30^m.70$, dans les mêmes couches minéralisées ;

4° un puits N (cote + 10.00), profond de 32^m. dans les mêmes couches ;

5° deux tranchées CC' et DD, peu profondes, dans les mêmes roches ;

6° trois puits J (cote + 2), H (cote 0) et I (cote — 2), profonds respectivement de 32, 30 et 28 mètres, réunis entre eux par une galerie de $147^m.10$ et que je décrirai plus loin.

7° un puits B (cote + 2), profond de 32 mètres, avec deux galeries longues de 12 et 16 mètres, creusées aux niveaux — $5^m.00$ et — $15^m.00$;

8° un puits L (cote — 7), profond de 23 mètres, avec une galerie de $9^m.30$, creusée vers le Sud, au fond du puits ;

9° un puits A (cote — 3), profond de 24 mètres, avec une galerie sud, longue de 17 mètres, au niveau — 20.20 ;

10° un puits K (cote — 11), profond de 21 mètres, avec une galerie Nord-Sud, au fond, longue de 17 mètres ;

11° un puits G (cote — 3), profond de 12 mètres, ainsi qu'une galerie sud, de 12 mètres, creusée au fond ;

12° un puits F, profond de 11 mètres ;

13° une tranchée QQ', profonde de 1 à 5 mètres ;

14° une galerie ouverte en E, sur le versant ouest du ravin de Livingstone.

Je ne décrirai pas toutes les coupes relevées dans ces travaux ; je me bornerai à mentionner les faits importants que j'y ai observés.

Au fond des puits G, A et B, les galeries dirigées vers le Sud montrent des grès et des schistes régulièrement imprégnés de minerai et analogues aux roches ordinaires des gisements du Katanga ; ils inclinent vers le Nord et se trouvent sous un quartzite que l'on voit dans les puits

mêmes et qui n'est autre que la roche visible en *n* aux affleurements ; il est formé d'une agglomération bréchoïde de blocs encastrés les uns dans les autres ; le cuivre, sous forme de malachite, s'est déposé autour de ces cailloux, les soudant parfois entre eux ; il est à remarquer, cependant, que cette roche devient assez rapidement stérile vers le Nord.

La galerie qui relie, à la cote — 30, les trois puits H, I et J, présente la coupe la plus intéressante de tous les travaux effectués : voici les roches qu'elles traverse du puits J au puits I, c'est-à-dire du Nord au Sud :

de 0 à $45^{m}.60$ (puits H)	argile talqueuse A.
de $45^{m}.60$ à $50^{m}.80$	quartzite bréchoïde Q.
de $50^{m}.80$ à $81^{m}.00$	grès divers, minéralisés G.
de $81^{m}.00$ à $87^{m}.00$	schistes divers, minéralisés S.
de $87^{m}.00$ à $108^{m}.00$ (puits I)	grès divers, minéralisés G'.
de $118^{m}.00$ à $131^{m}.00$	quartzite bréchoïde Q .
de $131^{m}.00$ à $147^{m}.00$	argile talqueuse A .

Les roches A et A' peuvent certainement être identifiées entre elles et aussi à la roche argileuse que j'ai signalée aux affleurements, en τ, entre les quartzites de la colline nord. La couleur de cette roche est très variable d'un point à un autre, passant du blanc au gris-sale, au brun, au rouge ; mais, toujours, elle se présente avec la même structure et surtout elle se reconnait à la présence du talc, en très petites, mais très nombreuses écailles, qui l'imprègne en énorme quantité ; elle est souvent parsemée de points noirs ; très compacte, elle se casse cependant facilement et, parfois, suivant des plans de fracture très nets, qui montrent qu'elle a été soumise à de violents efforts. Une préparation microscopique m'a montré qu'elle possède à peu près une *texture d'écoulement* : M. Studt, ingénieur de la *Tanganyika Concessions*, qui a bien voulu me

communiquer ses idées [1] sur le gîte de Kambôve, donne à cette roche le nom de *mylonite* [2] : n'étant pas partisan de l'emploi de ce mot anglais dans notre vocabulaire pétrographique, déjà si encombré, je ne l'emploierai pas. Il n'y a pas de doute, pour moi, que la roche qui nous occupe ici est le résultat des actions dynamo-métamorphiques sur des schistes qui, dans les mouvements orogéniques, ont été fortement comprimés. Ces roches sont stériles.

Les quartzites bréchoïdes Q et Q′, déjà décrits précédemment, contiennent parfois de belles cristallisations de malachite.

Je n'essaierai pas d'identifier entre eux les grès G et G′ ; il y a là presque une impossibilité complète, car les sels de cuivre qui les imprègnent leur donnent des aspects absolument différents selon qu'ils ont été plus ou moins fortement le siége de la précipitation des carbonates. Je me bornerai, pour le moment, à faire observer que les schistes S sont compris entre des séries de grès.

Aucune stratification n'est visible dans les couches A, A′, Q et Q′ ; les couches S, G et G′ pendent vers le Nord et leur direction varie de 60° à 90°.

La tranchée Q Q′ ne montre qu'une très faible épaisseur de roches régulièrement imprégnées de malachite, tandis que les couches talqueuses y ont pris une très grande extension.

Le puits F est très intéressant, malgré sa faible profondeur; il est creusé dans des grès assez durs, que je rapporte aux couches S. Au fond du puits, une galerie de quelques mètres, dirigée Nord-Sud, montre la coupe suivante, du Sud au Nord :

[1] Je suis en désaccord avec M. Studt sur beaucoup de points concernant le gîte de Kambôve, mais je ne veux pas les discuter avant que cet ingénieur ait publié ses opinions sur ce gisement.

[2] La structure mylonitique est produite par dynamométamorphisme. « Kataklasstructur ». (*Brit. Assoc. Report*. Aberdeen, 1885, p. 1026).

1. Roche talqueuse A'	Incl. 60° Nord
2. Quartzites (Q'?)	verticaux
3. Grès et schistes, imprégnés de malachite (G et S)	Incl. 80° Sud
4. Grès très durs (Q?)	» »
5. Roche talqueuse A	Incl. 70° Sud.

L'épaisseur totale des couches 2, 3 et 4 ne dépasse pas 5 mètres ; il faut, de plus, observer l'inclinaison en sens contraire des couches du nord de la galerie et de celles du sud.

Conclusions.

De toutes les observations, il résulte que la coupe générale du gisement est la suivante, du Nord au Sud :

1. Schistes de Kazembe. $d = 90°$. ; $i = 60°$ S.
2. Quartzites.
3. Roche talqueuse.
4. Quartzites bréchoïdes, comprenant, vers le *Sud*, une partie assez fortement minéralisée.
5. Grès minéralisés.
6. Schistes minéralisés. } $d =$ N. 50° à 90° E.; $i = 30°$ à 60° N.
7. Grès minéralisés.
8. Quartzites bréchoïdes, comprenant, vers le *Nord*, une partie assez fortement minéralisée.
9. Roche talqueuse.
10. Quartzites.
11. Schistes de Kazembe. $d = 180°$; $i = 50°$ W.

La figure 10 représente (schématiquement) cette coupe.

La première idée qui vient à l'esprit, en voyant la symétrie de cette coupe, c'est de l'expliquer, soit par un synclinal, soit par un anticlinal. Mais, tout d'abord, il faut observer que l'on ne peut faire, en ce cas, concorder l'allure des couches cuprifères avec celle des schistes de Kazembe du

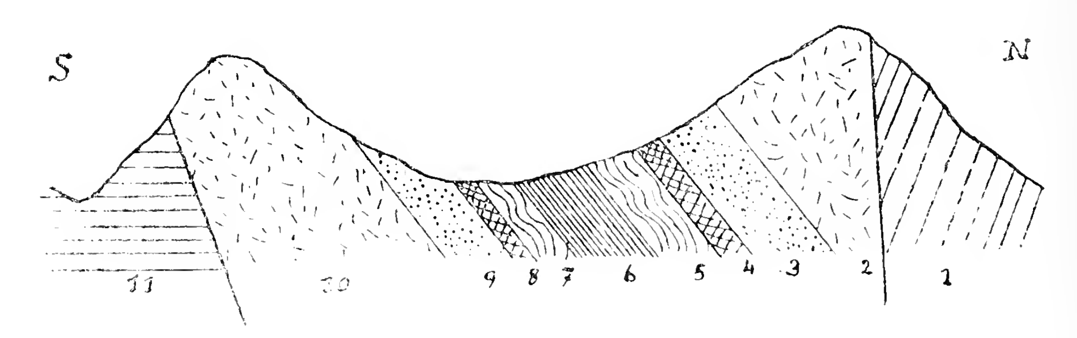


Fig. 10. — Kambôve.
Coupe suivant la ligne XY de la fig. 9

Nord et du Sud ; de plus, on ne peut ainsi expliquer la différence d'allure de ces mêmes schistes au nord et au sud du massif cuprifère. En réalité, il existe bien une série symétrique, mais cette symétrie doit s'expliquer par un pli d'un tout autre genre. Supposons une série de couches inclinées d'un angle de 60° vers le Nord ; supposons ensuite qu'une poussée venant du Sud-Ouest, rejette ces couches vers le Nord-Est, mais que, pour une cause quelconque, par suite de résistances diverses, elles se replient sur elles-mêmes en formant un pli *dont l'axe serait à peu près parallèle au pendage des couches* ; nous aurons ainsi un massif symétrique analogue à celui de Kambôve ; rejeté dans les schistes de Kazembe, ce massif a subi, sur sa périphérie surtout, un métamorphisme intense qui a changé les grès en quartzites très durs et les schistes les plus extérieurs en cette roche talqueuse que nous avons trouvée de part et d'autre ; au contraire, les couches les plus intérieures ont été mieux protégées contre ces influences du métamorphisme de friction. Ultérieurement, lors de la venue des eaux cuprifères qui ont déposé les sels de cuivre, la roche talqueuse formait une enveloppe imperméable, qui forçait le dépôt à ne s'effectuer que dans le centre, notamment dans les schistes fissurés et dans les grès; les quartzites, placés entre ces couches et la

roche talqueuse, pouvaient aussi s'imprégner de malachite dans leurs cassures, tandis que les quartzites extérieurs étaient absolument en dehors de la zone d'action possible des eaux métallifères. Dans le mouvement de ces roches sur les schistes de Kazembe, ceux-ci ont participé aux actions orogéniques et, sur la partie nord, au lieu de conserver leur direction Nord-Sud, ont été entraînés et forcés de se rapprocher et même de prendre la direction Est-Ouest, laissant ainsi un témoin du mouvement subi par les couches qui devaient, ultérieurement, être parcourues par les eaux minéralisatrices. La compression, plus intense à l'Est qu'à l'Ouest, explique également l'allure verticale de la partie orientale du gisement. Je n'ai pu voir le contact du massif métamorphisé avec les schistes de la région dans cette partie est du gisement, là où devrait se trouver la crête du pli, si je puis employer le mot crête pour un plissement de ce genre. Il est d'ailleurs probable qu'elle n'existe plus et qu'elle est remplacée par une faille telle que *c'a'b'd'* (fig. 9). Malheureusement, aucune observation n'a été possible de ce côté.

La teneur moyenne en cuivre du minerai de Kambôve, d'après 51 analyses, est de 15.81 %.

TROISIÈME PARTIE.

Allure des gîtes en profondeur.

Je me suis borné, dans tout ce qui précède, à décrire quelques-uns des gisements de cuivre du Katanga et l'on a vu qu'ils se présentent comme dus principalement à une imprégnation de quartzites, de grès, de schistes par des sels carbonatés de cuivre ; ces gisements sont tous du même genre : pas de filon, de veine, d'amas proprement dits. Ces couches, comme à Luushia, à Fungurume, à Kambôve,

ont d'ailleurs pu avoir subi des mouvements tectoniques très importants, avant d'avoir été soumises aux influences minéralisatrices.

Ces gîtes doivent-ils être classés dans les gîtes nettement sédimentaires? Peuvent-ils être comparés, par exemple, aux grès cuprifères de Russie, contenant des minerais oxydés qui forment presque le ciment de la roche arénacée? Je ne le crois pas, car l'examen approfondi, à la loupe et au microscope, du minerai du Katanga m'a montré que les carbonates de cuivre se sont déposés dans les moindres fissures et joints; ces fissures et ces joints peuvent, d'ailleurs, être tellement nombreux qu'il faut une très grande attention pour pouvoir différencier d'une cimentation contemporaine, ce dépôt postérieur à celui des roches. Mais pour moi, il n'y a aucun doute à ce sujet : le minerai est formé par une roche sédimentaire dont les moindres interstices ont été parcourus par des eaux cuprifères qui y ont déposé leurs sels minéraux; ce ne sont, en résumé, que les chapeaux oxydés de gîtes sulfurés plus profonds, qui, eux, sont *peut-être* interstratifiés dans les mêmes couches.

Par des circonstances vraiment heureuses pour le développement d'une industrie minière dans des pays aussi lointains, les chapeaux oxydés sont si nombreux, d'une telle étendue et d'une telle richesse [1], que, pour apprécier la valeur du district minier, il n'a pas été nécessaire de faire des travaux de recherche à grande profondeur. Mais cette circonstance est malheureuse pour le géologue, car les travaux effectués n'ont complètement traversé, dans aucune mine, le chapeau oxydé et, par conséquent, nous n'avons aucune donnée sur ce que deviennent ces gîtes en profondeur.

[1] J'ai estimé à plus de 1 200 000 tonnes la quantité de cuivre pouvant être extraite des parties superficielles de neuf mines seulement.

2 NOVEMBRE 1904.

Notons, cependant, que la cuprite a été découverte à Kambôve, dans la galerie creusée à 30 mètres de profondeur, au fond des puits H, I et J, et que, à Luushia, on a trouvé de la chalcopyrite.

Mon opinion actuelle est que, en profondeur, les carbonates de cuivre feront place à un sulfure de cuivre tel que la chalcopyrite, ou mieux à un mélange de chalcopyrite, de bornite, d'oligiste et de magnétite ; et ce mélange se présentera en filons probablement interstratifiés dans les couches sédimentaires. Si nous supposons, de plus, que ces amas de minéraux sont aurifères et argentifères, comme cela se présente, d'ailleurs, dans de nombreux pays tels que l'Espagne, la Styrie, la Suède, le Colorado, nous pouvons expliquer la présence des métaux précieux dans les minerais oxydés du Katanga actuellement connus. En effet, la simple oxydation de la chalcopyrite donnera de la cuprite, puis de la malachite ; l'oxydation de la magnétite et de la pyrite donnera de l'oligiste et de la limonite, substances que l'on rencontre presque toujours dans les gisements du Katanga ; quant à l'or et à l'argent, ils se retrouveront dans les produits d'oxydation ; le lavage des parties hautes de ces chapeaux oxydés pourra ultérieurement amener, comme à Kambôve, un enrichissement de la teneur en or dans les alluvions produites, alluvions dans lesquelles on a retrouvé également de l'oligiste, de la magnétite et, évidemment, de la malachite.

En ce qui concerne l'âge de ces dépôts, nous ferons observer que les belles études déjà signalées de M. Cornet sur les terrains anciens du Katanga, lui ont fait distinguer trois époques de plissements, analogues, d'ailleurs, aux trois époques qui ont, dans les pays mieux connus, vu les mouvements *huronien*, *calédonien* et *hercynien* ; au Katanga, ces mouvements ont respectivement agi [1] sur

[1] Voir le tableau annexé à la fin de ce travail.

les terrains archéens, métamorphiques (Précambrien?, Silurien?) et non métamorphiques (Silurien supérieur?, Dévonien?, Carbonifère?). J'ai déjà dit plus haut (p. M 521), que je crois, contrairement à M. Cornet, que certaines couches des gisements de cuivre appartiennent aux terrains non métamorphiques; je développerai cette idée lorsque, dans un prochain mémoire, je donnerai le résultat de mes observations sur la géologie de la contrée. Il s'ensuivrait que ces couches auraient été redressées et plissées à l'époque *hercynienne* et, par conséquent, que la venue métallifère aurait également eu lieu à cette époque, ou mieux vers sa fin.

Tout cela ne doit, d'ailleurs, être considéré que comme une opinion; or, en géologie, et surtout dans les questions de cette nature, *on ne sait que ce que l'on voit* et, si belles que soient les hypothèses, si basées qu'elles paraissent sur ce que l'on a examiné, il n'en est pas moins vrai que l'on n'a jamais *tout* vu et que, postérieurement, il peut se présenter de nouveaux faits qui changent complètement les idées que l'on se faisait auparavant.

Ensival, le 11 Septembre 1904.

ANNEXE

Tableau de la classification des terrains anciens du sud-est du Bassin du Congo, d'après M. Cornet.

			Région occidentale ou du Lualaba.	Région orientale ou de la Lufila.	
PRIMAIRES.	Non métamorphiques.	Bassin sud-est ou du Katanga.	*Système de Kazembé* (d)	*Système de Katété* (D)	Carbonifère? (pars)
			Système de Kafunda-Mikopo (E)	*Système du Pays des Bassanga* (E) *Système des Monts Muiombo* (E) *Système de Kilassa* (E)	Dévonien (?)
		Région intermédiaire	*Système de Moanga* (e)	. . . .	
		Bassin nord-ouest ou de l'Urua.	*Système du Lubudi* (F)	. . . .	
			Système du Kabélé (G).	. . . .	Silurien (?)
	Métamorphiques.		*Système de Moachia* . .	*Système de Moachia*	Précambrien (?)
			Système de la Lufupa (H) *Système du Nzilo* (I) *Système de la Kissola* (L)	*Quartzites du Lufubo.*	
PRIMITIFS.	. . . . .		*Système du Fungé* (K) et *massifs granitiques* du Luembé, du Lomami, du Kilubilui, des Monts Hakansson, de la Lufupa, du Lubudi et du bassin du Luapula (Y).		Archéen.

Roches éruptives diverses ordinairement basiques (Z).

Table des Matières

Description de la malachite et de quelques minéraux du Katanga,

PAR

H. BUTTGENBACH [1].

Durant mon séjour au Katanga, j'ai récolté un certain nombre de minéraux que je me propose de décrire ici. Ces minéraux ne sont pas généralement très riches en formes et combinaisons cristallographiques, excepté la malachite qui présente des spécimens très intéressants. Je les décrirai en premier lieu.

MALACHITE.

Des données primitives admises par Dana :

mm (ant.) $= 75°40'$ $\quad ph^1 = 61°50'$ $\quad h^1 a^{3/4} = 81°17'$,

on déduit :

$$\log.\ a = \bar{1}.9449431 \qquad \log.\ c = \bar{1}.6033368$$

$$a : b : c : = 0.880933 : 1 : 0.401178.$$

Cristaux simples.

1°) J'ai trouvé de beaux échantillons dont les cristaux, vert foncé, présentaient la forme du prisme primitif m, terminé par une face semblant horizontale. Or, dans la malachite, on calcule :

$$h^1 a^1 = 88°55'8''$$

(1) Mémoire présenté à la séance du 19 juin 1904 et dont l'impression a été ordonnée à la réunion du 20 novembre 1904.

Il est donc très probable que cette face presque horizontale est a^1 ; mais, dans ces cristaux (fig. 1) qui atteignent jusque cinq millimètres de hauteur, les faces a^1 ne permettent pas de mesures, étant fortement striées parallèlement au plan g^1. Les faces m, finement et irrégulièrement striées verticalement, sont bien miroitantes, au contraire, et permettent de bonnes mesures. Le clivage p est très facile et très net.

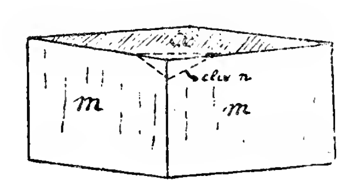


FIG. 1.

	mm	mp
Mesurés	75°38′	67°55′
Calculés	75°40′	67°51′39″

Une lame de clivage p examinée au microscope, montre, en lumière convergente, la bissectrice négative de deux axes situés dans le plan de symétrie g^1.

2°) Dans certains cristaux, plus petits que les précédents, la face p est parfois naturelle.

3°) Sur de très petits cristaux provenant de la mine de Kambôve, j'ai déterminé les faces m, h^1, g^1, g^2 et a^1 (?). La forme g^2 n'a pas encore été renseignée dans la malachite ; elle est très nette dans les cristaux de Kambôve et, comme toute la zone verticale, présente des faces finement striées verticalement et très miroitantes.

	mg^2	mg^1	mh^1
Mesurés	38°48′	52°	37°44′
Calculés	38°56′13″	52°10′	37°50′

4°) Certains cristaux, très aplatis, sont terminés assez souvent par un biseau dont l'arête, un peu inclinée dans le sens opposé à celui de la face p, indique que l'on a affaire à un biseau remplaçant l'angle a du prisme primitif ; je n'ai pu déterminer sa notation qui est peut-être celle de la forme $\beta = b^1 b^{1/4} h^{1/2}$ de Dana.

5°) D'autres cristaux, de même forme, présentent, au

contraire, un biseau analogue dont les faces sont bien miroitantes et que les mesures ont fait nettement rapporter à la forme $d = b^1 b^{1/5} h^{1/3} = (\bar{3}23)\ (\bar{3}\bar{2}3)$ également signalée par Dana. Les faces de ce biseau appartiennent à la zone $a^1 g^1$ et il n'est pas rare que la face a^1 existe nettement, miroitante, en troncature sur l'arête supérieure de ce biseau.

	Mesurés	Calculés
p d	30°29′	30°40′17″
d d sur a^1	30°18′	29°56′30″
d a^1	15°10′	14°58′15″
m d	80°14′	80° 2′48″

Toutes ces faces se trouvent parfois réunies sur un même cristal qui offre alors l'aspect de la figure 2. Observons que les angles des faces *d* entre elles et de chacune des faces *d* avec *p* étant à peu près égaux entre eux (approximativement 30°), ces cristaux peuvent parfois présenter un certain facies rhomboédrique.

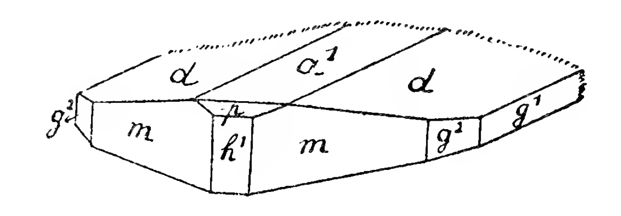


Fig. 2.

Cristaux maclés.

Les cristaux de malachite du Katanga sont souvent simples, mais la grande majorité est cependant maclée.

Ces macles ont, comme toujours dans la malachite, le plan h^1 pour *plan de macle*, mais le *plan d'assemblage* des deux cristaux est le plus souvent a^1.

La figure 3 représente de beaux cristaux vert émeraude, provenant de Kambôve, atteignant un centimètre et où l'on voit très bien le plan de jonction des deux individus. Il semble que le plan de macle soit un plan à peu près horizontal, qui ne pourrait être

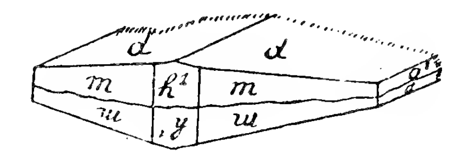


Fig. 3.

que a^1; or, en ce cas, l'angle des deux faces de clivage p, supérieure et inférieure, devrait être : $180° - 2 \times pa^1 = 125° 49' 44''$. Les mesures ont donné : 123° 36', ce qui correspond à l'angle des faces p maclées par rapport à h^1 et que l'on calcule : 123° 40'. J'ai d'ailleurs trouvé des cristaux où l'assemblage était bien visible, ces cristaux étant complets et ne présentant que les faces m et a^1, on pouvait effectuer le clivage sur les quatre angles et la figure 4 montre la section de ces macles parallèlement au plan de symétrie : ce sont deux cristaux, maclés par rapport à a^1 et qui se groupent suivant une surface irrégulière se rapprochant de a^1; la figure 323*bis* du *Manuel de minéralogie* de Des Cloiseaux représente un groupement analogue provenant d'Australie; seulement, dans les groupements du Katanga, ces assemblages se terminent ordinairement par les faces a^1 et, plus rarement, par un biseau : d ou β (?).

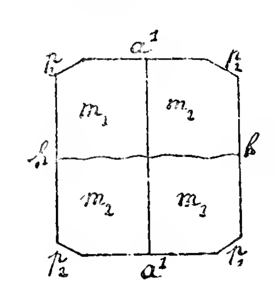


Fig. 4.

Groupements.

Les observations précédentes permettent de déchiffrer très rapidement les assemblages de cristaux du Katanga. Supposons quelques cristaux, analogues à ceux de la figure 3, empilés verticalement, chacun d'eux étant maclé, par rapport à h^1, aux deux cristaux qui le comprennent, mais étant joint à eux par le plan a^1. Ces piles de cristaux se groupent alors en rosaces autour d'un centre O (fig. 5a), de façon à présenter en a, b, c,... les faces verticales m ; les angles faits entre elles par deux piles adjacentes de cristaux sont d'ailleurs très variables et il ne parait pas y avoir de loi qui régisse leur jonction : ces angles peuvent, en effet, se mesurer facilement au microscope, à

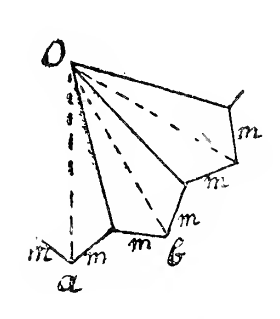


Fig. 5a.

l'aide des stries que portent les faces a^1 de chacun des cristaux. Les diverses couches horizontales de la rosace ne sont pas de même grandeur ; leur diamètre va en diminuant, de sorte qu'une section verticale de tout l'assemblage peut être représentée par la figure 5*b*.

Dans ces groupements habituels du Katanga, les rayons de l'assemblage sont parallèles aux droites d'intersection a^1 et g^1 des cristaux, ce qui les distingue des groupements ordinaires de la malachite, où ces rayons sont, au contraire, généralement parallèles aux droites verticales d'intersection des faces h^1 et g^1.

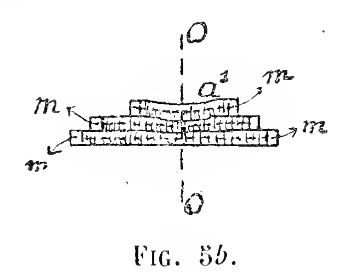


Fig. 5*b*.

Il arrive parfois aussi que le groupement s'effectue complètement autour du point O de la figure 5*a*, donnant ainsi naissance à des mamelons de malachite sur la surface desquels les faces *m* des cristaux sont bien visibles.

Cristaux aciculaires.

La malachite cristallisée en aiguilles est plus rare dans les cristaux du Katanga. On trouve parfois des cristaux analogues à ceux de la figure 4, très allongés verticalement et se terminant par les faces a^1 ; sur certains d'entre eux j'ai pu encore effectuer des mesures telles que celles renseignées ci-dessous :

	mm	*pp* (sup.)	*p*(sup.) *p*(inf.)
Mesurés	76°2′	56°13′	123°17′
Calculés	75°40′	56°20′	123°40′

Lorsque les aiguilles sont très longues et très fines, elles restent maclées par rapport à h^1, mais le plan d'assemblage a^1 ne se présente plus ; elles se terminent alors par le clivage *p* qui, en s'effectuant, a sans doute enlevé les faces naturelles a^1. Ces dernières aiguilles peuvent aussi

se grouper autour d'un centre ou perpendiculairement à une surface de cristallisation. J'ai même trouvé, dans la mine de Likasi des *stalactites* de malachite, montrant au microscope, dans une section perpendiculaire à l'axe, un centre formé de cristaux enchevêtrés et entourés de zones concentriques de malachite en aiguilles disposées suivant les rayons de la section et où, en certains points, les traces du clivage se montraient obliques au rayon considéré.

Je mentionnerai aussi des cristaux très allongés et très aplatis que j'ai trouvés à Kipushi ; le clivage était parallèle à l'allongement et l'examen au microscope, en lumière convergente montrait que ces cristaux, aplatis parallèlement à p, sont allongés parallèment à la droite $p\ g^1$.

*
* *

En résumé, il faut distinguer deux types de cristaux. Le premier type comprend les cristaux aplatis horizontalement, maclés, assemblés parallèlement à a^1 et souvent groupés en rosaces Le second type comprend les aiguilles, également maclées, mais allongées verticalement et qui se groupent entre elles pour former la structure mamelonnée, habituelle, de la malachite ou pour former les stalactites.

J'ai cru remarquer que ces deux types correspondent à deux époques de cristallisation différentes : la première époque, donnant naissance aux cristaux du premier type, est, sans doute, contemporaire du dépôt du minéral dans les grès et les schistes qui forment actuellement le minerai ; la seconde époque, ayant donné naissance aux cristaux du second type, est postérieure et résulte de la remise en dissolution des carbonates et de leur nouvelle précipitation dans des fissures et cavités de la roche.

J'ajouterai que le temps m'a manqué pour étudier tous les échantillons récoltés là-bas et qui renferment, peut-être. d'autres spécimens cristallisés, plus intéressants encore.

Je compte bien, ultérieurement, continuer cette étude des malachites du Katanga.

CUPRITE.

Ce minéral n'a été trouvé qu'à Kambôve, en masses cristallines d'un beau rouge.

DIOPTASE.

Je n'ai trouvé qu'un échantillon de ce minéral, à Kambôve, sur du grès; il s'est déposé dans trois fissures faisant approximativement entre elles des angles de 60°. Le morceau de grès détaché a la forme d'un prisme triangulaire de 10 centimètres de côté et de cinq centimètres de hauteur; les trois faces verticales du prisme, correspondant aux fissures du grès, sont recouvertes de petits cristaux de quartz et de dioptase fibro-radiée, longs de 5 et 6 millimètres, et présentant, d'une façon très nette, la forme habituelle $p\,d^1$. Ces cristaux sont accompagnés d'un enduit bleu du même minéral.

Je rappelerai ici que les gisements de dioptase sont très peu nombreux : les steppes Kirghiz, Rezbanya (Hongrie), Mindouli (Congo français) et Clifton (Arizona). Malgré toutes les recherches effectuées, on n'a pas trouvé, au Katanga, d'autre échantillon que celui signalé ici.

CHRYSOCOLE.

On trouve à Likasi de beaux spécimens d'un minéral, bleu de ciel, à poussière blanche, happant faiblement à la langue, fragile, à cassure esquilleuse et que j'avais rapporté à la chrysocole; il existe en enduits de un à cinq millimètres d'épaisseur sur de la limonite, de la mélaconise ou sur de la malachite mamelonnée, avec laquelle il alterne souvent et dont il peut être séparé par de minces pellicules

de carbonate calcique. M. van Engelen, professeur à l'Université de Bruxelles, a bien voulu en faire une analyse qui a donné :

Si O^2	33.05
Cu	34.95
H^2O	22.92
O et traces de As, Fe, Ca	9.08
	100.00

ce qui répond bien à la formule Cu Si $O^3 + 2H^2O$ (1); la quantité de silice trouvée correspond à 96.52 % du silicate de cuivre hydraté et la quantité de cuivre trouvée à 96.78 % du même silicate. La différence provient surtout d'un peu de carbonate calcique qui n'a pu être enlevé totalement avant l'essai.

La chrysocole de Likasi constitue l'un des types les plus purs que l'on ait trouvé de cette substance.

AZURITE.

C'est dans les gisements de Sesa et de Luushia que j'ai trouvé les meilleurs types de ce minéral ; il n'est cependant pas cristallisé : c'est un enduit bleu, un peu mamelonné. L'analyse a montré qu'il est bien formé de carbonate de cuivre hydraté et sa couleur doit faire rapporter l'échantillon à l'azurite.

CHALCOPYRITE.

Très rare dans les gisements du Katanga, ce minéral n'a été trouvé qu'à Luushia, en voie d'altération.

J'ai eu en mains de la chalcopyrite provenant de Kasenga (haut Luapula) et présentant la combinaison $1/2\ a^1 .\ 1/2\ A^1$; ces cristaux, très petits et très rares, accompagnaient le même minéral en petites masses grenues, disséminées dans une sorte de phonolite très altérée.

Ensival, le 11 Août 1904.

(1) SiO^2 34.18; CuO 45.31 (Cu 36.12); H^2O 20.51.

Allure du Houiller et du Calcaire carbonifère sous la faille eifélienne

PAR

M. LOHEST et P. FOURMARIER (1).

La géologie des environs d'Engihoul offre un grand intérêt au sujet des hypothèses à faire sur la nature des terrains qu'il est possible de rencontrer dans un sondage au sud de la faille eifélienne (2).

L'allure des couches dans cette région, indiquée sur la carte de Dumont, a été précisée exactement par M. X. Stainier (3), comme nous avons pu le vérifier nous-mêmes. En effet, le Calcaire carbonifère d'Engihoul, au lieu de venir se terminer en biseau au voisinage de la faille eifélienne comme l'indique la Carte générale des mines, d'après celle de A. Dumont, se recourbe en S renversé et montre clairement l'amorce d'un nouveau bassin, conformément aux figures 1 et 2. Ce bassin est coupé par la faille eifélienne, dont la lèvre sud empiète successivement sur chacun des plis visibles dans la coupe, pour venir enfin recouvrir le bord sud du synclinal de Seraing, bien connu par les travaux des charbonnages.

(1) Communication faite à la séance du 17 juillet 1904.

(2) Voir, à ce sujet, nos communications précédentes : M. Lohest. Relations entre les bassins houillers belges et allemands. *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXVI, p. 125, 18 juin 1899. P. Fourmarier. Le prolongement de la faille eifélienne à l'est de Liége. *Ibid.*, t. XXXI, p m 107, pl. V, 19 juillet 1903.

(3) *Carte géologique de la Belgique* à l'échelle du 40 000e, dressée par ordre du Gouvernement, feuille n° 133. Jehay-Bodegnée—St-Georges.

En supposant le parallélisme des axes anticlinaux et synclinaux, nous voyons immédiatement qu'un sondage

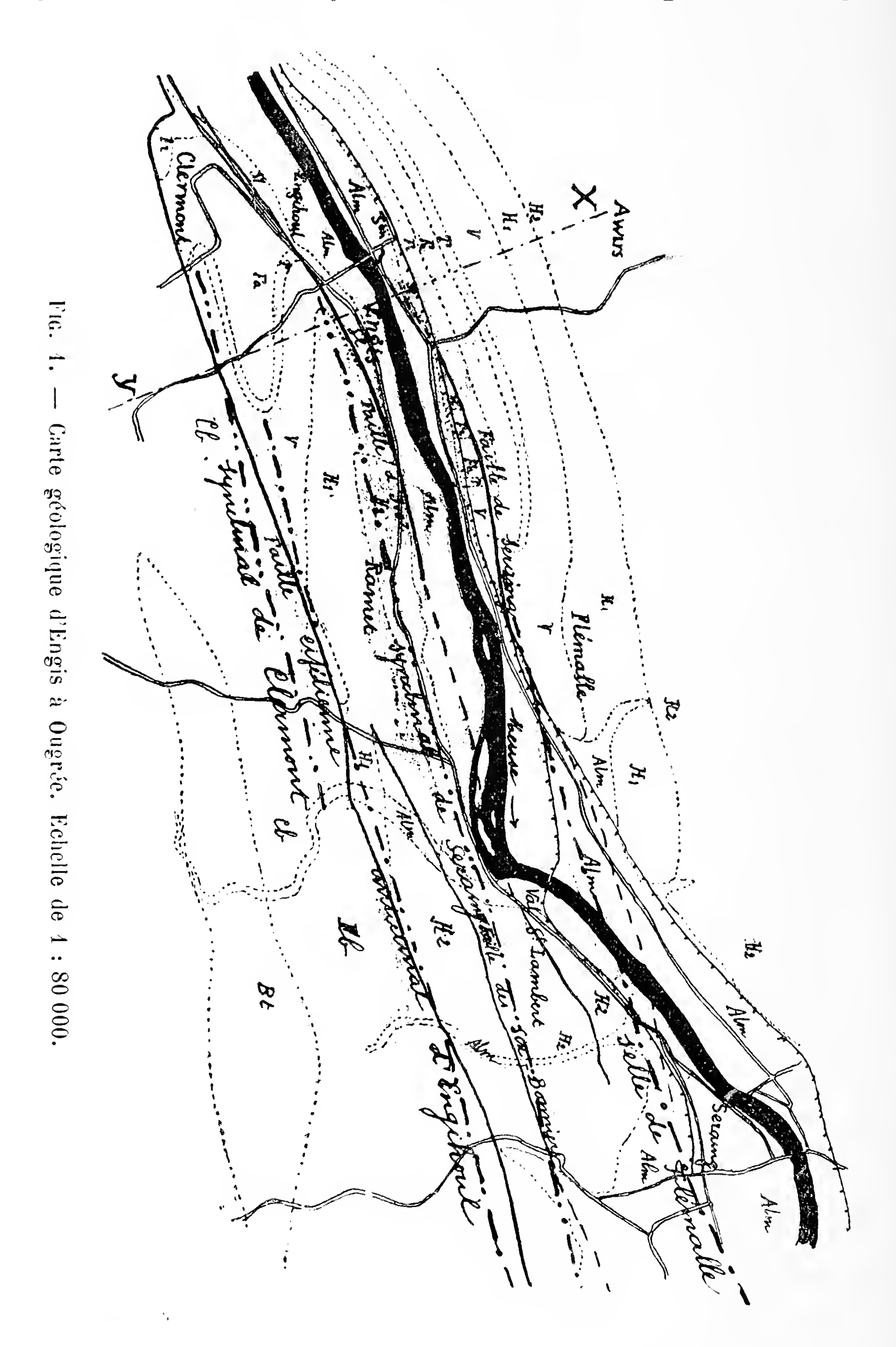


Fig. 1. — Carte géologique d'Engis à Ougrée. Echelle de 1 : 80 000.

aux environs immédiats de la faille eifélienne, tomberait sur un anticlinal, tandis que, placé plus au Sud, ce sondage atteindrait le synclinal qui s'amorce à Clermont et qui est vraisemblablement rempli par du Houiller un peu à l'est du ravin d'Engihoul. Ce second sondage s'effectuerait donc dans des conditions géologiques plus favorables que le premier.

Fig. 2. — Coupe suivant la ligne XY de la figure 1. Echelle de 1 : 40 000.

Mais, d'autre part, en supposant constante l'inclinaison sud de la faille eifélienne, l'épaisseur du terrain dévonien recouvrant le terrain houiller augmenterait à mesure qu'on se porterait au Sud. Toutefois, les sondages exécutés au sud du bassin de Valenciennes, permettent d'espérer un aplatissement de la faille en profondeur.

On peut se demander ce que devient, vers l'Est, ce nouveau bassin qui, comme le montre la fig. I, s'enfonce dans cette direction. Si nous nous reportons un peu à l'est de la ville de Liége, nous constatons que, aux environs de la Chartreuse, le terrain houiller forme un grand anticlinal suivi, au midi, d'un synclinal qu'une faille, inclinant faiblement au Sud, met en contact avec le bassin de Herve proprement dit.

Ceci dit, pour le prolongement du bassin de Clermont, nous pouvons faire deux hypothèses : *a*) la faille séparant les bassins de Herve et de Liége correspondrait à l'anticlinal d'Engihoul, accentué, et le bassin de Clermont serait l'équivalent du

bassin de Herve; *b*) ou bien cette faille ne correspondrait pas à l'accentuation de l'anticlinal d'Engihoul et le bassin qui s'amorce au sud de celui de Seraing ne serait qu'une subdivision de ce dernier, s'enfonçant sous le bassin de Herve.

Dans l'état actuel de nos connaissances, c'est cette dernière hypothèse qui nous paraît la plus vraisemblable, à cause de l'allure des couches dans la vallée de la Vesdre.

En se basant sur les allures indiquées sur les coupes manuscrites dressées par les soins du corps des mines, M. H. Forir nous a signalé une autre solution du problème. L'anticlinal d'Engihoul pourrait correspondre à la faille des Six-Bonniers ; le synclinal de Clermont, à la partie peu connue du terrain houiller, comprise entre cette dernière faille et la faille eifélienne, de telle sorte que les passages présumés des anticlinaux et synclinaux figurés sur notre coupe pourraient devoir être reportés vers le Nord.

Mais des coupes inédites, que l'un de nous se propose de publier prochainement, montrent que la faille des Six-Bonniers s'éteint vers l'Est et que la faille eifélienne recouvre vraisemblablement les plis méridionaux du synclinal de Seraing, au sud duquel doit se trouver théoriquement le synclinal de Clermont.

Au méridien d'Engis, l'anticlinal de Clermont présente à peu près la même importance que la selle de Flémalle qui nous a servi de ligne directrice pour le tracé des anticlinaux et des synclinaux. Cette selle de Flémalle fait sentir remarquablement son influence vers l'Est, dans toute la traversée du terrain houiller.

Il est donc vraisemblable, selon nous, que la selle de Clermont ne vient pas s'évanouir dans les quelques plis secondaires observés au sud du bassin de Seraing, aux environs de la faille des Six-Bonniers, mais que ces plis

correspondent, au contraire, à l'allure habituelle du bord sud d'un grand synclinal dans le bassin de Namur.

Le sondage de Streupas, fait par la Société d'Ougrée-Marihaye [1], ne peut pas nous fournir d'arguments bien concluants pour ou contre l'une ou l'autre des hypothèses, car ce sondage a été fait dans une région très dérangée et a traversé, selon toute vraisemblance, un lambeau de poussée rejeté sur le bassin de Liége.

(1) *Annales des mines de Belgique*, t. IX, 3e livr., p. 572, 1904. Extrait d'un rapport de M. E. Fineuse, ingénieur en chef-directeur des mines.

---

22 NOVEMBRE 1904.

BIBLIOGRAPHIE

CARTE GÉOLOGIQUE DE LA BELGIQUE

ET DES

PROVINCES VOISINES

SECONDE ÉDITION

NOTICE EXPLICATIVE

PAR

G. DEWALQUE.

La première édition de cette carte, parue en 1879, est épuisée depuis longtemps. Les affaires de la carte géologique détaillée à publier sous les auspices du Gouvernement nous ont ensuite occupé et il eût été prématuré de faire paraître une nouvelle édition. Quand fut adoptée l'organisation actuelle, qui fait appel à tous les géologues, nous songeâmes de nouveau à ce projet, mais il fallut attendre la publication des premières livraisons de la carte officielle à l'échelle de $^1/_{40.000}$. Diverses circonstances en ont retardé l'exécution : nous demandons seulement à dire que les différences entre la planimétrie de notre carte et celle de l'Institut cartographique militaire, pour légères qu'elles fussent, occasionnèrent de tels ennuis que le dessinateur trouva plus simple d'en recommencer la plus grande partie. Puis la publication des livraisons successives de la carte nous a fait retarder d'année en année l'achèvement

de ce travail, et, ce qui est plus grave, a nécessité de telles corrections de gravure et de coloriage que les frais en ont été considérablement augmentés, de sorte qu'elle ne peut être livrée au prix de la première édition.

Grâce au talent du dessinateur, M. Ch. Léonard, cette carte présente en raccourci la carte au $^{1}/_{40.000}$. Le nombre des teintes, qui était de 44 pour les terrains neptuniens, est porté à 49, surtout à cause des divisions plus nombreuses du système dévonien. Il en est résulté que les limites des étages ont dû être figurées en traits pleins : la lecture de la carte en est d'ailleurs rendue plus facile. Grâce à l'habileté bien connue du graveur-imprimeur, M. Wuhrer, on s'accorde à trouver que cette carte est très lisible et très nette, que les teintes sont bien transparentes, sans tons criards, et que l'exécution fait grand honneur à l'un et à l'autre.

Pour ce qui concerne la Belgique, nous avons généralement suivi les légendes et les limites de la carte officielle ; ce qui ne veut pas dire que nous l'approuvions toujours. Nous nous en sommes écarté en quelques points : nous avons modifié la classification du système dévonien, comme nous le dirons plus bas, divisé le boldérien en boldérien et anversien, et enfin, pour le poederlien, nous avons préféré le tracé de M. le baron Oct. van Ertborn à celui de la carte officielle.

Pour la France, nous avons utilisé les feuilles au $^{1}/_{80.000}$ et au $^{1}/_{320.000}$ du Service de la carte géologique détaillée de la France [1]. Pour la Prusse, la direction de la Carte géologique de la Prusse et de la Thuringe nous a obligeamment communiqué le tracé des sables tertiaires du cercle de Trèves : nous présentons tous nos remerciements

(1) C'est par inadvertance que nous n'avons pas rétabli la bande devillienne de Maubert-Fontaine.

à M. le professeur directeur Beyschlag. Notre savant et obligeant confrère, M. le professeur Holzapfel nous en a fourni quelques autres.

Nos forces nous ont trahi avant que nous ayons pu terminer l'étude de l'Ardenne prussienne, que nous n'avions fait qu'esquisser autrefois. M. Holzapfel a eu l'obligeance de me communiquer beaucoup de renseignements sur cette région; comme cela était à prévoir, beaucoup coïncidaient avec les résultats auxquels nous étions arrivé, mais nous lui devons, entre autres, le crochet des couches au NE. d'Eupen et le revinien de Merode, au N. de la faille. Il reste encore beaucoup à connaître sur cette région, où les observations sont très difficiles, mais mon savant collègue, qui en a entrepris l'étude, ne tardera pas à la mener à bonne fin.

Conformément aux principes recommandés par les congrès géologiques internationaux, nous avons divisé les systèmes en séries et les séries en étages.

Le système cambrien comprend les trois séries devillienne, revinienne et salmienne, c'est-à-dire que nous conservons la classification de Dumont. La publication de la *Carte géologique détaillée de la Belgique* a permis de diviser le salmien en deux étages.

Comme pour notre première édition, le système silurien n'a pu être divisé.

Nous nous sommes conformé à cette carte pour le Brabant, rapportant l'assise d'Oisquercq à l'étage revinien et laissant celle de Villers-la-Ville à la base du silurien, bien que, à certains moments, elle nous ait paru salmienne et que M. Malaise la rapporte avec doute à l'étage d'Arenig.

Le système dévonien est divisé, comme partout, en trois séries, auxquelles nous conservons les noms de rhénane, eifelienne et famennienne, dont nous nous sommes toujours servi et qui ont été sanctionnées au congrès de Berlin.

La série rhénane correspond au terrain rhénan de Dumont, agrandi par le haut. Nous la divisons en trois étages, gedinnien, coblencien et burnotien. Le premier et le troisième sont caractérisés par l'état oxydé du fer et la coloration rouge ou verte ; le second, en Ardenne, par la présence de matières charbonneuses qui lui donnent une couleur grise ou noire. Cet étage coblencien correspond donc au coblentzien et à l'ahrien de Dumont réunis, autrement dit à ce que nous appelions, d'après Dumont, taunusien, hundsruckien et ahrien, dénominations que le Conseil de direction de la Carte détaillée a rejetées et auxquelles nous substituons les noms d'assises de Bastogne, de Houffalize et de Vireux. Sur la Carte détaillée, le taunusien est représenté par les grès d'Anor et de Bastogne, *1a*, et les phyllades d'Alle, *1b* ; le hundsruckien, par les quartzophyllades de Houffalize, *2a*, et les phyllades *2b* à grands feuillets ; et enfin, l'ahrien, par les grès et schistes noirs de Vireux *3*.

On peut noter ici que, d'après la Carte géologique détaillée, la plupart des ardoises hundsruckiennes de Dumont sont rapportées aux phyllades taunusiens d'Alle.

L'étage burnotien, notre r^5, ce qu'on appelait *poudingue de Burnot* au bord nord de l'Ardenne, eifelien quartzoschisteux rouge, E^1, de Dumont, ne correspond, au centre du pays, qu'à une partie de l'ancien poudingue de Burnot : on sait, en effet, à la suite des travaux de M. J. Gosselet, que la bande moyenne de cet E^1, longeant la vallée de Sambre-et-Meuse, représente la série rhénane entière et une partie de l'eifelienne. D'autre part, nous avons montré que, sur le bord nord du bassin de Namur, ces roches rouges appartiennent à l'étage givetien. Toutes ces subdivisions ont été représentées sur la Carte géologique détaillée. Nous avons dû la suivre, bien que nous considérions cet essai comme prématuré, et les limites établies, comme fort hypothétiques.

Pour la série eifelienne, notre carte ne donne que deux teintes, pour les deux étages *couvinien* et *givetien*, le premier comprenant les schistes de Bure et les schistes et calcaires de Couvin, le second, représentant le calcaire de Givet.

Quand aux *couches de Vicht* de la province rhénane, nous avons reconnu qu'elles arrivent à comprendre la partie inférieure du calcaire à stringocéphales, et cela a été reconnu aussi par les géologues prussiens, mais dans l'état actuel des publications, nous n'avons pas cru pouvoir changer les limites.

Pour la série famennienne, nous avons dû nous écarter de la légende de la Carte officielle.

Conformément à ce qui a été admis sans contestation par les congrès géologiques de Bologne et de Berlin, nous pensons que les termes *dévonien inférieur*, *dévonien moyen* et *dévonien supérieur* doivent être écartés autant que possible, et nous réclamons, en vertu de la priorité, les termes univoques *rhénan*, *eifelien* et *famennien*. Quant à celui-ci, il a été créé par Dumont en 1855 comme équivalent de dévonien supérieur et nous n'avons jamais cessé de l'employer dans ce sens. On ne trouverait pas une exception dans les vingt-cinq premiers volumes des *Annales de la Société géologique de Belgique*. M. J. Gosselet, qui divise directement les systèmes en étages, a établi ici le *frasnien* pour nos schistes et calcaires de Frasnes, le *famennien* pour les schistes de la Famenne et les psammites du Condroz. C'est sa classification qui a été admise par le Conseil de direction de notre Carte. Ce famennien réduit est de beaucoup postérieur au nôtre, pour lequel nous réclamons la priorité.

Nous ne nous refusons pas à réunir en une même division les schistes de la Famenne et les psammites du Condroz, bien que l'utilité ne nous en paraisse pas démontrée. Pour

ne pas créer un nouveau nom nous employons pour cette division celui de *condrusien*, créé par Dumont avec une acception plus étendue.

Le système carboniférien comprend les deux séries *dinantienne* et *houillère*, que l'échelle de notre carte ne permettait guère de subdiviser. D'ailleurs, nous ne sommes pas seuls à penser que la détermination de la limite entre les étages *tournaisien* et *viséen* demande de nouvelles recherches.

Nous avons été heureux de pouvoir tracer la limite méridionale du houiller de la Campine d'après la carte de M. Forir, à laquelle nous avons emprunté aussi celle des roches rouges que l'on a rapportées au trias.

Nous n'avons rien de particulier à dire des systèmes permien, triasique et jurassique. Il n'en est pas de même pour le crétacique.

Nous maintenons à la base de ce système le *wealdien* du Hainaut, notre ancienne *argile de Hautrage*, que le Conseil de direction de la carte officielle a fait rentrer dans le jurassique sans consulter la Commission.

L'étage *albien*, qui le suit, n'occupe qu'une petite partie de la région française.

La carte officielle n'ayant pas fait de distinction entre le Limbourg et le Hainaut, nous avons renoncé à celles que nous avions faites jadis.

L'étage *cénomanien* est représenté, comme sur la première édition, par la *gaize* des Ardennes, la *meule* et les *tourtias* du Hainaut.

L'étage *turonien* correspond à notre *nervien*.

L'étage *senonien* comprend chez nous les assises d'Aix-la-Chapelle (l'ancien *aachénien*), de Herve (l'ancien *hervien*), de Nouvelles et de Spiennes, pour lesquelles nous avons trois teintes en Belgique, tandis qu'il n'y en a qu'une pour la partie française.

L'étage *maastrichtien*, dont la carte officielle a reporté la partie supérieure dans l'étage *montien*, a été réuni avec ce dernier sous une même teinte, vu la petitesse de l'échelle.

Nous conservons tout le tertiaire en un seul système.

Notre série éocène comprend, sous huit teintes, les neuf étages de la Carte détaillée, savoir : heersien, landenien, ypresien, paniselien, bruxellien, laekenien, lédien, wemmelien et asschien (le lédien et le wemmelien étant réunis sous la teinte $e^{4''}$.

La série oligocène comprend, sous quatre teintes, les étages *tongrien, rupélien inférieur*, *rupélien supérieur* et *boldérien*. Nous conservons sous ce dernier nom le boldérien de Dumont, que nous laissons dans l'oligocène comme les sables de Graefenberg. Le Conseil de direction de notre carte géologique détaillée a compris sous ce nom, nous avons rapporté ailleurs dans quelles conditions, l'étage anversien d'Edeghem et d'Anvers, en ajoutant en note : « la réunion » de ces deux termes de deux régions différentes sous une » même dénomination n'implique pas leur synchronisme » absolu. » Cette manière de faire peut surprendre quand on a vu le nombre des étages de l'éocène supérieur.

Le miocène ne renferme que l'*anversien* de MM. Cogels et van Ertborn, c'est-à-dire les sables noirs argileux d'Edeghem, à *Panopœa Menardi* et les sables noirs d'Anvers, à *Pectunculus pilosus*. C'est ce dernier qui, d'après la légende officielle, représente les sables blancs micacés du Bolderberg.

La série pliocène comprend les étages diestien, scaldisien et poederlien. Ce dernier (prononcer : pouderlien), *créé aux dépens du scaldisien de Dumont, l'a absorbé de telle sorte qu'il n'en reste qu'un mince cordon littoral à Anvers, cordon qu'il a été impossible de figurer.*

Nous avons conservé nos anciennes divisions des roches éruptives, sauf à modifier légèrement l'intitulé et la lettre indicatrice de la dernière division, *eurite, porphyre quartzifère,* qui est devenue *granite, porphyre quartzifère, eurite, rhyolite, cératophyre,* et est désignée par la lettre G, bien que nous ne connaissions d'autres granites que ceux de Lammersdorf et de la Helle. Pour diminuer le nombre des tirages, nous avons donné la même teinte à toutes les roches anciennes, ne les distinguant que par les lettres M, D et G.

Pendant une longue carrière professorale, nous avons toujours cherché, avant tout, à faciliter, aux jeunes gens qui suivent les cours de nos universités et de nos écoles d'ingénieurs, l'étude de la minéralogie, de la géologie et de la paléontologie. Après d'autres ouvrages classiques, c'est pour eux que nous avons publié la première édition de notre carte géologique. Nous avons été récompensé de nos peines par l'acueil qu'elle a reçu des maîtres et des élèves. En approchant du terme, nous pensions travailler à l'achèvement de recherches fort avancées, entre autres, une étude du climat de l'Ardenne qui nous a beaucoup occupé, de 1850 à 1861, au début de nos travaux: nous nous sommes laissé persuader que nous ferions chose beaucoup plus utile en publiant une seconde édition de notre carte, résumant, avec nos recherches propres, les travaux de la Commission de la carte géologique détaillée de la Belgique, à l'institution de laquelle nous avons tant travaillé. Nous livrons à l'indulgence des géologues ce travail, où la compilation a une si grande part, en répétant avec le poète exilé,

Da veniam scriptis quorum non gloria nobis
Causa, sed officium utilitasque, fuit.

RÉSULTAT

DU

REFERENDUM BIBLIOGRAPHIQUE

PAR

MICHEL MOURLON.

Le principal but du Referendum bibliographique était de s'assurer si la proposition d'éditer notre « Répertoire des sciences géologiques » non seulement en volumes, comme nous le faisons depuis 1897, mais aussi en fiches, comme le propose M. E. Van den Broeck, répond à un réel besoin.

Depuis l'apparition de cette consultation internationale, j'ai eu l'occasion de présenter quelques nouvelles considérations sur ce sujet. C'est ainsi que, dans la préface du tome VII, série A, de la *Bibliographia geologica*, je m'exprimai comme suit :

« Il est certain que ce serait le mode le plus pratique si l'on pouvait espérer, tout en conservant les souscripteurs aux volumes, en obtenir pour les fiches spéciales un nombre suffisant pour justifier les sacrifices importants que réclamerait ce nouveau mode de publication.

» C'est ce qui m'a engagé à rédiger le *Referendum* en question, afin qu'on pût s'assurer si l'indifférence qui,

naguère encore, semblait être le principal obstacle au développement de l'œuvre bibliographique entreprise, s'est transformée au point de laisser espérer un certain nombre d'adhérents aux fiches spéciales.

» Pour ce qui est du prix auquel pourrait être livrée la fiche imprimée, il ne m'a été possible de l'annoncer autrement que comme ne devant pas dépasser *cinq centimes*. Toutefois, il est à supposer que lorsque l'on pourra être fixé sur le prix de revient et sur les moyens pratiques de réaliser ce nouveau mode de publication par fiches, il sera possible d'établir un *tarif différentiel* suivant le nombre de fiches souscrites.

» On ne peut cependant s'empêcher de faire remarquer combien il serait regrettable, sous prétexte de réaliser un progrès, de compromettre la bonne marche, si pas l'existence même, de l'œuvre bibliographique si laborieusement échafaudée.

» En attendant, nous pourrons toujours, le cas échéant, fournir les fiches qui nous seraient réclamées, en faisant recopier celles, imprimées ou manuscrites, de notre Répertoire, comme je l'annonçais déjà dans la préface du tome V de la série B ».

Voici maintenant le résultat du Referendum, tel qu'il se trouve consigné dans la préface, qui lui est consacrée exclusivement, du dernier volume paru de notre Répertoire. Cette préface, dont je me crois d'autant plus autorisé à solliciter la reproduction dans nos *Annales*, qu'elle n'a forcément qu'une publicité très restreinte, est conçue dans les termes que voici :

« Le présent volume, qui est le treizième de notre Répertoire universel des sciences géologiques, dont il constitue le tome VI de la série B, ou de la bibliographie courante, paraît à un moment déjà assez éloigné de la publication de notre *Referendum bibliographique* pour

que nous puissions faire connaître le résultat de cette consultation internationale.

» On se rappelle que le distingué secrétaire général de la Société belge de géologie, M. E. Van den Broeck, tout en applaudissant aux efforts tentés par le Service géologique pour réaliser son œuvre bibliographique, nous a reproché de ne pas distribuer, comme le fait l'Office de Zurich, pour la zoologie, des fiches imprimées et de nous borner à les éditer exclusivement en volumes, en faisant recopier à peu de frais celles qui nous sont demandées.

» M. Field, l'infatigable directeur du *Concilium Bibliographicum* de Zurich, consulté sur ce point sous la date du 3 décembre 1902, nous a très aimablement répondu par retour du courrier ce qui suit :

« Je trouve les reproches de M. Van den Broeck immé-» rités. Je crois, en effet, que le Concilium est le seul » institut au monde capable d'imprimer des fiches à des » conditions abordables, et ce à cause de notre imprimerie » spéciale installée dans l'institut même. Avec l'outillage » ordinaire et surtout avec une multiplicité de travail, » l'impression des fiches devient impossible. Il faut abso-» lument qu'une grande machine à cylindre soit réservée » à l'impression des fiches. Si l'on est obligé de préparer » le marbre pour chaque édition, le travail devient » immense pour un tout petit tirage. Notre châssis est » toujours disposé pour recevoir les 35 fiches qui sortent » de la machine à chaque tour du cylindre. On ne touche » jamais à la disposition du châssis. La chose semble fort » simple; mais si l'on procède par les moyens ordinaires, » la typographie est horriblement chère.

» Nous publions à peu près 230 fiches de la plus grande » partie de notre répertoire; mais il y a des parties avec » un moindre tirage et il y en a d'autres dont le tirage est » de 280. L'emmagasinement des fiches est assez encom-

» brant : nous avons quatre pièces pleines jusqu'au pla-
» fond. Ce qui nous préoccupe le plus, c'est le poids; car
» nous sommes à la limite de ce que peut supporter une
» construction ordinaire. Nous cherchons en ce moment
» un rez-de-chaussée solidement bâti que nous renforce-
» rions au besoin. Nous avons publié près de douze
» millions de fiches à l'heure actuelle ».

» On comprendra qu'en présence de cette déclaration peu encourageante, nous ayons cru prudent, avant de faire des propositions pour entrer dans la voie préconisée par M. E. Van den Broeck, de nous assurer si elle serait suivie par un certain nombre de souscripteurs. Je dois à la vérité de déclarer qu'à ce dernier point de vue, non seulement le résultat de notre consultation distribuée à trois mille exemplaires, a été complètement négatif, mais que les spécialistes compétents se sont montrés nettement hostiles à la publication des fiches.

» Je n'en donnerai comme exemple que la réponse faite par M. le docteur Marcel Baudouin, le directeur de l'Institut de bibliographie de Paris, qui comprend actuellement plus de quatre millions de fiches n'occupant que trois petites pièces. Voici, en effet, ce que nous écrit ce spécialiste bien connu, sous la date du 25 juin 1903 :

« Notre Institut de bibliographie a tenté l'impression
» des fiches d'ordre médical de ses collections. Il a dû y
» renoncer faute de souscriptions suffisamment abon-
» dantes. A mon avis, et je me permets de vous écrire ce
» qui suit en réponse à l'envoi de votre dernière brochure,
» *il ne faut pas imprimer les fiches*, c'est un travail inutile.

» Je défends cette idée de la *non-impression* des fiches
» depuis 1893 et, depuis dix ans, je m'en trouve très bien.
» Je suis donc absolument de votre avis ».

» Il est à supposer qu'après avoir pris connaissance des déclarations qui précèdent, on pourra considérer l'incident comme clos.

M. M. »

Il est à peine besoin de faire remarquer combien les fiches imprimées d'ordre géologique auraient peu de chance d'être l'objet de souscriptions suffisantes, si celles, d'usage bien autrement étendu, se rapportant aux sciences médicales, ont eu le sort que signale M. le docteur Baudouin.

On serait mal venu d'opposer à ce résultat, celui de l'Office de Zurich, lequel, sans pouvoir encore couvrir ses frais, doit, en majeure partie, son existence au désintéressement de son directeur fondateur.

Et encore ne faut-il pas perdre de vue que les efforts de l'Office suisse portent sur le groupe des sciences zoologiques qui, au point de vue qui nous occupe, présente sur celui des sciences géologiques, les avantages qu'a si bien fait ressortir notre collaborateur, M. G. Simoens, dans la discussion qu'il a soutenue, avec une grande compétence, sur ce sujet, au sein de la Société belge de géologie, en opposition aux idées préconisées par M. Van den Broeck. [1]

Au surplus, il sera toujours temps, lorsque le besoin s'en fera réellement sentir, de recourir, comme le propose notre honorable contradicteur, pour la publication des fiches, à toutes sortes de complications fort coûteuses ou au sacrifice d'un certain nombre de volumes de notre Répertoire, pour les débiter en fiches.

En attendant, lorsqu'on nous demande des fiches sur un sujet spécial, il semble d'autant plus naturel de faire recopier celles de ces fiches faisant partie des volumes déjà parus que, quel que soit le mode de publication adopté, il nous faut toujours en agir de même pour les fiches manuscrites parfois nombreuses, qui n'ont pas encore été l'objet d'une préparation suffisante pour pouvoir être imprimées, mais qui, néanmoins, sont susceptibles de

(1) Voir pour cette discussion le *Bulletin de la Société belge de géologie*, etc., t. XVI, 1902, pp. 348-450 et t. XVII, 1903, pp. 452-469.

fournir d'utiles indications. C'est même peut-être en cela que notre organisation diffère surtout de la plupart de celles qui l'ont précédées.

Et, en effet, notre Office bibliographique comprend, en réalité, deux catégories de fiches bien distinctes :

1° La première catégorie est celle des fiches manuscrites, au nombre de près de cent cinquante mille et qui se complète chaque jour par le découpage des catalogues de librairie et des bibliographies spéciales qui nous sont envoyés, en double exemplaire, de toutes les parties du globe.

Un premier classement tout provisoire permet d'utiliser cette catégorie de fiches pour les demandes de renseignements comme celle, par exemple, qui vient de nous être adressée, sur une région peu explorée de l'Afrique occidentale et pour laquelle nous avons pu, néanmoins, fournir une douzaine de fiches qui, toutes, appartiennent à la catégorie des fiches manuscrites.

2° La deuxième catégorie est celle des fiches se rapportant à notre Répertoire édité en volumes qui ne comprend que des fiches absolument parfaites et définitives.

Et nous entendons par ces dernières, les fiches qui, avant leur impression, ont été confrontées avec les textes originaux dont la lecture permet seule de donner l'analyse sous la forme des deux index idéologique et régional ou géographique que porte chacune des fiches, sans négliger, bien entendu, l'unification orthographique des noms d'auteur et des abréviations de périodiques, non plus que tous les autres détails de ponctuation et le reste.

Les réflexions qui précèdent auront pour effet, nous l'espérons, de fixer définitivement les esprits sur l'inopportunité de recourir, tout au moins actuellement, au mode de publication des fiches tel que le propose M. E. Van den Broeck.

20 NOVEMBRE 1903.

Elles auront peut-être aussi pour conséquence de faire bien ressortir l'impossibilité absolue d'accomplir la mission que nous nous sommes imposée de dresser le « Répertoire universel des sciences géologiques » sans y apporter cet esprit de méthode, de classement et d'unification qui est la caractéristique des travaux entrepris pour la *Bibliographia universalis* de Bruxelles, à laquelle le Service géologique de Belgique se fait un devoir de prêter son concours le plus absolu pour la spécialité qui le concerne.

PALÉOBOTANIQUE

Histoire naturelle de la France (24me bis partie)

PAR

P.-H. FRITEL,

Attaché au Muséum d'Histoire naturelle de Paris.
Paris, Emile Deyrolle, 46, rue du Bac, 1903.

Ce petit volume fait partie de la collection de manuels scientifiques, éditée par les fils d'Emile Deyrolle. Bien qu'il ne s'applique qu'à la France, il peut, vu la diversité des terrains existant dans cette contrée, présenter un certain intérêt général.

L'auteur ne s'est pas trop attardé à l'étude des terrains anciens et nous pensons qu'il a eu raison d'en agir ainsi, les travaux de Brongniart, de M. Renault, de M. Grand'Eury, de M. Zeiller s'étant très spécialement occupé des plantes fossiles carbonifères et permiennes. Par contre, il a traité avec plus de détails les flores secondaires et tertiaires, dont il n'est guère question, gymnospermes à part, dans les traités récents de MM. Potonié et Zeiller.

Au point de vue de la France, on peut considérer le manuel de M. Fritel comme un complément du traité de paléobotanique de M. Zeiller. De nombreuses figures intercalées dans le texte et 36 planches illustrent très convenablement cet ouvrage. On ne peut qu'approuver également l'auteur d'avoir introduit, dans son livre, un système de clefs dichotomiques, destiné à faciliter aux commençants la détermination des espèces fossiles, assez ardue, surtout en ce qui concerne les phanérogames.

Alfred GILKINET.

LISTE DES OUVRAGES

REÇUS EN DON OU EN ÉCHANGE

PAR LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE BELGIQUE

depuis la séance du 15 novembre 1903, jusqu'à celle du 17 juillet 1904.

DONS D'AUTEURS.

V. Brien. — Sur la présence du quartz dans le Calcaire carbonifère. *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXXI, *Bull.* Liége, 1903-1904.

H. Buttgenbach. — Lamelles d'aragonite dans la houille des environs de Liége. *Ibid.*, t. XXIX, *Bull.* Liége, 1901-1902.

— Volume et surface des solides holoèdres du système rhomboédrique. *Ibid.*, t. XXIX, *Mém.* Liége, 1902.

P. Choffat. — Index des bibliographies géologiques du Portugal et bibliographie pour 1901 et 1902. *Communicaçoes do Servicio geol. do Portugal*, t. V, fasc. 1. Lisbonne, 1903.

— Les tremblements de terre de 1903 en Portugal. *Ibid.*, t. V. Lisbonne, 1904.

J. Cornet. — Premières notions de géologie. *Mém. et public. de la Soc. des sciences, des arts et des lettres du Hainaut*, 6e sér., t. V. Mons, 1903.

J. Cornet. Sur un phosphate riche dérivé du tufeau maestrichtien de Saint-Symphorien. *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXIX, *Mém.* Liége, 1902.

— Les eaux salées du terrain houiller. *Ibid.*, t. XXX, *Mém.* Liége, 1903.

— La Meuse ardennaise. *Mouvement géographique*, novembre 1903. Bruxelles, 1903.

R. d'Andrimont. Chamoisit Lager de Nuçic (Prague). *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXX, *Bull.* Liége, 1902-1903.

— Note complémentaire à l'étude hydrologique du littoral belge. *Ibid.*, t. XXXI, *Mém.* Liége, 1904.

— Les filons de pechblende de Joachimsthal (Bohême). — Les filons cuprifères de Grasslitz-Klingenthal (Bohême et Saxe). *Ibid.*, t. XXXI, *Mém.* Liége, 1904.

— L'alimentation des nappes aquifères. *Ibid.*, t. XXXI, *Mém.* Liége, 1904.

— Note sur les causes et l'intensité du jaillissement d'eau que donnent les nappes captives lorsqu'elles sont atteintes par un forage dit « artésien ». *Ibid.*, t. XXXI, *Mém.* Liége, 1904.

A. Deblon. — Les eaux alimentaires de l'agglomération bruxelloise en 1903, et spécialement la distribution des eaux des sources de Spontin. *Ann. des trav. publ. de Belgique*, fasc. 4, 1903. Bruxelles, 1903.

P. De Heen. — Note sur les modes d'imprégnation des roches. *Bull. Acad. roy. de Belgique, Classe des sciences*, n° 1, pp. 63-65. Bruxelles, 1904.

S.-F.-Nery Delgado. — Faune cambrienne du Haut-Alemtejo. *Communicaçoes do Servicio geol. do Portugal*, t. V, fasc. 1. Lisbonne, 1904.

P. de Makeeff. – Essai d'une carte géologique du lac Baïkal. *Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. XXXI, *Mém.* Liége, 1904.

P. Destinez. Chonetes comoides dans la dolomie viséenne de la vallée du Bocq. *Ibid.*, t. XXIX, *Bull.* Liége, 1901-1902.

— Faune du petit-granite (*T2b*) de Belgique. *Ibid.*, t. XXX, *Bull.* Liége, 1902-1903.

— Faune et flore des psammites du Condroz (Famennien). *Ibid.*, t. XXXI, *Mém.* Liége, 1903-1904.

— Nouvelles découvertes paléontologiques dans le Carboniférien et le Famennien du Condroz. *Ibid.*, t. XXXI, *Mém.* Liége, 1904.

G. Dewalque. – Une roche feldspathique à Coô (Stavelot) *Bull. Acad. roy. de Belg.*, *Classe des sciences*, n° 11. Bruxelles, 1903.

— Quelques mots sur la langue universelle. *Ibid.* n° 4, pp. 399-400. Bruxelles, 1904.

— Sur la circulaire de la Société royale de Londres tendant à l'adoption par l'Association internationale des Académies, d'un vœu présenté par le Congrès géologique international de Vienne, à l'effet de définir les branches de recherches géologiques pour lesquelles la coopération internationale est désirable. — Rapport de M. G. Dewalque, premier commissaire. *Ibid.*, n° 4. Bruxelles, 1904.

— Carte géologique de la Belgique et des provinces voisines, 2e édition, 1903.

G. Dewalque. — Le forage Gute-Hoffnung, à Asenraij à 4 kil. à l'est de Ruremonde. *Ibid.*, t. XXX, *Bull.* Liége, 1902-1903.

— Notice explicative de la Carte géologique de la Belgique et des provinces voisines, seconde édition. *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXXI, *Bibl.* Liége, 1903.

(G. Dewalque). — Spa — Les eaux et les bains. — Notice publiée sous les auspices de la Commission médicale locale. Spa, 1904.

Ad. Firket. Allocution sur le décès de J. van Scherpenzeel-Thim. *Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. XXX, *Bull.* Liége, 1902-1903.

H. Forir. La faille de Walcourt. *Ibid.*, t. XXIX, *Bull.* Liége, 1902.

P. Fourmarier. Les alluvions de la Hoigne à Juslenville (Theux). *Ibid.*, t. XXX, *Bull.* Liége, 1903.

— Découverte de cherts dans le calcaire dévonien. Echantillons minéralogiques du Houiller de Liége. *Ibid.*, t. XXX, *Bull.* Liége, 1903.

— Echantillons remarquables du Houiller de la Campine. Le passage de la faille de Theux sur la rive droite de la Hoigne. *Ibid.*, t. XXX, *Bull.* Liége, 1903.

— Le prolongement de la faille eifélienne à l'est de Liége. *Ibid.*, t. XXXI, *Mém.* Liége, 1904.

P. Fourmarier et *A. Renier.* — Etude paléontologique et stratigraphique du terrain houiller du nord de la Belgique. *Ann. des mines de Belg.*, t. VIII. Bruxelles, 1903.

G. Fournier. — Découverte d'un ossement de tortue dans une grotte de la région de la Meuse. *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXXI, *Bull.* Liége, 1904.

G. Fournier. — A propos de cristaux de quartz dans le Calcaire carbonifère. *Ibid.*, t. XXXI, *Bull.* Liége, 1904.

P. Frazer. — Geogenesis and some of its Bearings on economic Geology. *Trans. of the Amer. Institute of mining Engineers.* New-York, 1904.

— Concerning Soils, Germs and Worms. *Journal of the Franklin Institute.* Philadelphie, 1904.

— Catalogue chronologique des publications de Edward-Drinker Cope. *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXIX, *Bibl.* Liége, 1902.

G. Friedel. Observations sur le massif de granite de Firminy (Loire). *Ibid.*, t. XXIX, *Mém.* Liége, 1901-1902.

P.-H. Fritel. — Paléobotanique (Plantes fossiles). *Histoire naturelle de la France*, 24[e] bis partie. Paris, Deyrolle, 1903.

G.-K. Gilbert. John-Wesley Powell. A memorial to an american explorer and scholar. Chicago, 1903.

— Regulation of nomenclature in the work of the U. S. geological Survey. *American geologist*, vol. XXXIII, 1904.

H. Gillot. Sur la composition chimique des poussières volcaniques de la Martinique. *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXX, *Bull.* Liége, 1902-1903.

C. Grand-Eury. Sur les sols de végétations fossiles des sigillaires et des lépidodendrons. *C.-r. des séances de l'Acad. des sciences*, t. CXXXVIII, p. 460. Paris, 1904.

— Sur les rhizomes et les racines des fougères fossiles et des cycadofilices. *Ibid.* t. CXXXVIII, p. 607. Paris, 1904.

C. Grand-Eury. — Sur le caractère paludien des plantes qui ont formé les combustibles fossiles de tout âge. *Ibid.*, t. CXXXVIII, p. 666. Paris, 1904.

— Sur les conditions générales et l'unité de formation des combustibles minéraux de tout âge et de toute espèce. *Ibid.*, t. CXXXVIII, p. 740. Paris, 1904.

D.-K. Greger. — The distribution and synonymy of *Ptychospira sexplicata*, White and Whitfield. *American geologist*, vol. XXXIII, 1904.

— On the genus *Rhyncopora*, King, with notice of a new species. *Ibid.*, vol. XXXIII, 1904.

A. Habets et *E. Holzapfel.* Compte rendu de la session extraordinaire de la Société géologique de Belgique, tenue à Düsseldorf et à Iserlohn (Allemagne) du 5 au 9 août 1902. *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXIX, *Bull.* Liége, 1901-1902.

E. Harzé. — Richesses minières domaniales en perspective. *Ibid.*, t. XXIX, *Mém.* Liége, 1902.

— Considérations géométriques sur le bassin houiller du nord de la Belgique. *Ibid.*, t. XXXI, *Mém.* Liége, 1903.

— Sur la figuration des failles transversales dans le bassin houiller du nord de la Belgique. — Réplique à la réponse de M. H. Forir. *Ibid.*, t. XXXI, *Mém.* Liége, 1903-1904.

— Une grotte dans le Calcaire carbonifère à plus de deux cents mètres de profondeur. *Ibid.*, t. XXXI, *Mém.* Liége, 1904.

G. Henriksen. On the Iron ore deposits in sydvaraiger Finmarken-Norway and relative geological problems. Christiania, 1902.

Edw. Hull. — Notes on the thickness of the Lucerne glacier of the post-pliocene Period. *Victoria Institute Transactions*. Londres, 1904.

A. Jorissen. — Une réaction sensible du titane. — Présence de composés titaniques dans le terrain houiller de Liége. *Bull. Acad. roy. de Belg. Classe des sciences*, n°s 9-10, pp. 902-907. Bruxelles, 1903.

A. Karpinsky. — Ueber die eocambrische Cephalopodengattung *Volborthella*, Schmidt. *Verh. der Russisch-kaiserlichen minerologischen Gesells.*, Bd. XLI, Lief. 1. St-Petersbourg, 1903.

— Ueber ein merkwürdiges Groruditgestein aus dem transbaikal Gebiete. *Ibid.*, Bd. XLI, Lief. 1. St-Petersbourg, 1904.

G. Lespineux. Quelques minéraux intéressants de Visé et leur mode de gisement. *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXX, *Bull.* Liége, 1903.

— Observation directe de l'accentuation d'une faille pendant le Quaternaire dans la vallée de la Meuse. *Ibid.*, t. XXXI, *Bull.* Liége, 1904.

M. Lohest. Le tuf de la vallée du Hoyoux. *Ibid.*, t. XXVIII, *Bull.* Liége, 1901.

— Considérations sur le volcanisme. *Ibid.*, t. XXXI, *Bull.* Liége, 1904.

M. Lohest et *H. Forir*. Coupe du sondage de Xhendremael et des puits de la galerie des eaux alimentaires de la ville de Liége. *Ibid.*, t. XXIX, *Bull.* Liége, 1902.

— Particularités remarquables du Carboniférien de la partie centrale du Condroz. *Ibid.*, t. XXIX, *Mém.* Liége, 1902.

M. Lohest et *H. Forir.* — Quelques observations nouvelles sur le Salmien supérieur. *Ibid.*, t. XXX, *Bull.* Liége, 1903.

M. Lohest et *P. Fourmarier.* L'évolution géographique des régions calcaires. *Ibid.*, t. XXXI, *Mém.* Liége, 1903.

M. Lohest, A. Habets et H. Forir. — La géologie et la reconnaissance du terrain houiller du nord de la Belgique. Liége, Vaillant-Carmanne, 1904.

C. Malaise. Notice sur Charles-Louis-Joseph-Xavier de la Vallée Poussin. *Annuaire de l'Académie royale de Belgique*, 70e année. Bruxelles, 1904.

— Notice sur Charles-Louis-Joseph-Xavier de la Vallée Poussin. *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXXI, *Bull.* Liége, 1904.

C. Malaise et *P. Fourmarier.* — Compte rendu de la session extraordinaire de la Société géologique tenue à Namur les 19, 20, 21 et 22 septembre 1903. *Ibid.*, t. XXX, *Bull.* Liége, 1903.

Marsden Mawson. — The evolution of Climates. *American geologist*, Aug.-Oct. 1898.

E. v. Mojsisovics. Allgemeiner Bericht und Chronik der im Jahre 1903 im Beobachtungsgebiete eingetretenen Erdbeben. *Mitth. der Erdbeben-Commission der K. Akad. der Wissenschaften in Wien*, neue Folge, N. X. Vienne, 1902.

M. Mourlon. — Referendum bibliographique précédé de l'exposé des principaux résultats scientifiques et économiques du Service géologique de Belgique. *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXX, *Bibl.* Liége, 1903.

M. Mourlon. – Résultat du referendum bibliographique. *Ibid.*, t. XXXI, *Bibl.* Liége, 1903.

M. Mourlon. Compte-rendu sommaire de la IXe session du Congrès géologique international, qui s'est tenue à Vienne en août 1903. *Bull. Soc. belge de géol.*, t. XVII. Bruxelles, 1904.

— Encore un mot sur les travaux du service géologique de Belgique. Bruxelles, 1904.

A.-G. Nathorst. — A.-E. Nordenskiölds polarfärder och A.-E. Nordenskiöld såsom geolog. *Ymer tidskrift utgifven of Svenska sällskapet för antropologi och geographi*, årg. 1902, H. 2. 1902.

Ern. Pasquier. La terre tourne-t-elle ? Réponse à M. Anspach. *Revue de l'Université de Bruxelles.* Bruxelles, 1904.

N. Pellati. Le carte agronomiche ed il Comitato geologico del regno. *Boll. del. r. Comitato geologico*, anno 1903, n° 2. Rome, 1903.

— Contribuzione alla stona della cartografia geologica in Italia. *Atti del Congresso internazionale di scienze storiche*, vol. X. Rome, 1904.

A. Renier. — De la reconnaissance des terrains par les procédés modernes de sondage. *Ann des mines de Belg.*, t. VIII. Bruxelles, 1903.

— Une terrasse de la vallée de la Vesdre. *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXX, *Bull.* Liége, 1902-1903.

— Note préliminaire sur les caractères paléontologiques du terrain houiller des plateaux de Herve. *Ibid.*, t. XXXI, *Bull.* Liége, 1904.

— Observations sur le Calcaire carbonifère de Krzeszowice (Galicie). *Ibid.*, t. XXXI, *Bull.* Liége, 1904.

W.-J. Sharwood. — A Study of the double Cyanides of Lime with Potassium and with Sodium. Dissertation. Easton, 1903.

W. Spring. Sur les conditions dans lesquelles certains corps prennent la texture schisteuse. *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XXIX, *Mém.* Liége, 1902.

— Recherches expérimentales sur la filtration et la pénétration de l'eau dans le sable et le limon. *Ibid.*, t. XXIX, *Mém.* Liége, 1902.

X. Stainier. — Le forage du château de Nieuwenhoven, à Nieuwerkerken. *Ibid.*, t. XXX, *Mém.* Liége, 1902-1903.

Société géologique de Belgique. La houille en Campine. *Ibid.*, t. XXIX, *Mém.* Liége, 1902.

P. Tabary. — Formation d'un très grand cône au-dessus d'un pain à laitier, par le dégagement des gaz dissous dans celui-ci. *Ibid.*, t. XXXI, *Bull.* Liége, 1904.

V. Uhlig. — Uber die Klippen der Karpaten. Wien, 1904.

L. van Werveke. — Wie die Umgebung von Gebweiler entstanden ist. *Mitth. der Philom. Gesellschaft in Elsass-Lothringen,* Bd. III. Strassburg, 1903.

— Die Entstehung der lothringischen Weiher. *Ibid.*, Bd. III. Strassburg, 1903.

Th. Verstraeten. — La guerre des eaux de l'agglomération bruxelloise et la campagne contre les eaux des roches calcaires. Bruxelles, 1903.

J.-H.-L. Vogt. — Die regional-metamorphosirten Eisenerzlager in nördlichen Norwegen (Dunderlandsthal, u. s. w.) Christiania, 1903.

— Ueber den Export von Schwefelkies und Eisenerz aus norwegischen Häfen. *Zeitschrift für Elektrochimie*, Nr. 43. Halle-a.-S., 1903.

J.-H.-L. Vogt. — Die Theorie der Silikatschmelzlösungen. *Ibid.*, Nr. 43. Halle-a.-S., 1903.

— Die Silikatschmelzlösungen mit besondere Rücksicht auf die Mineralbildung und die Schmelzpunkt-Erniedrigung. I. Ueber die Mineralbildung in Silikatschmelzlösungen. *Videnskabs-Selskapets Skrifter. Math.-Naturv.-Klasse,* 1903, Nr.8. Christiania, 1903.

R. Zeiller. Observations au sujet du mode de fructification des cycadofilicinées. *C.-r. de l'Acad. des sciences*, t. CXXXVIII, p. 663. Paris, 1904.

R. Zeiller et P. Fliche. — Découverte de *Sequoia* et de pin dans le Portlandien de Boulogne-sur-Mer. *Ibid.*, t. CXXXVII, p. 1020. Paris, 1903.

*** Discours prononcés aux funérailles d'Emile Delvaux. *Ann. Soc. géol. de Belg*, t. XXIX, *Bull.* Liége, 1902.

ÉCHANGES.

Europe.

Belgique.

Anvers. Société royale de géographie. *Bulletin*, t. XXVII, fasc. 3-4, 1903; t. XXVIII, fasc. 1, 1904.

Bruxelles. Académie royale de Belgique. *Bulletin*, sér. 3, nos 6-12, 1903; nos 1-4, 1904. *Mémoires* in-8°, t. LXIII, fasc. 8, 1903; t. LXIV, 1903; t. LXV, fasc. 1-2, 1903; t. LXVI, 1904. *Mémoires* in-4°, t. LXII, fasc. 5-7, 1904. *Annuaire*, 1904.

— *Annales des mines de Belgique*, t. VIII, fasc. 3-4, 1903; t. IX, fasc. 1, 1904.

— Société belge de géologie, de paléontologie et d'hydrologie. *Bulletin*, t. XVII, fasc. 3-4, 1903.

— Société royale belge de géographie. *Bulletin*, an. XXVII, fasc. 3-4, 6, 1903; an. XXVIII, fasc. 1, 1904.

— Société royale de médecine publique de Belgique. *Tablettes mensuelles*, 1903, 1904. *Bulletin*, vol. XX, 2e partie, 1903.

— Société d'archéologie de Bruxelles. *Annales*, t. XVII, fasc. 1-4, 1903; t. XVIII, fasc. 1-2, 1904. *Annuaire*, t. XV, 1904.

— Société scientifique. *Annales*, 1902-1903, fasc. 4; 1903-1904, fasc. 2. *Revue des questions scientifiques*, sér. 3, tt. V, VI, 1904.

— Association des ingénieurs sortis de l'École polytechnique. *Bulletin*, nos 1-2, 1903-1904.

Bruxelles. Commission géologique de Belgique. *Carte géologique de la Belgique*, feuilles 107, 120,

121, 124, 125, 132, 137, 138, 139, 140, 151, 162, 177, 1904.

Bruxelles. *Annales du Musée du Congo*, série 3, t. II, fasc. 1; série 4, fasc. 4-5; série 5, vol. I, fasc. 2, 1904.

Charleroi. Société paléontologique et archéologique. *Documents et rapports*, t. XXVI, 1903.

Gand. Association des ingénieurs sortis des Écoles spéciales. *Annales*, série 3, t. II, fasc. 3-4, 1903.

Liége. Association des ingénieurs sortis de l'Ecole de Liége. *Bulletin*, série 2, t. XXVII, fasc. 4-5, 1903; t. XXVIII, fasc. 1-3, 1904. *Annuaire*, sér. 5, t. XVI, nos 4-5, 1903; t. XVII, nos 1-2, 1904.

Mons. Société des ingénieurs sortis de l'Ecole spéciale d'industrie et des mines du Hainaut. *Publications*, série 3, t. XII, fasc. 4, 1902-1903; t. XIII, fasc. 1-3, 1903-1904. *Bulletin*, n° 1, 1903-1904.

— Société des sciences, arts et lettres du Hainaut. *Mémoires et publications*, série 6, t. V, 1903.

Allemagne.

Augsbourg. Naturhistorischer Verein. *Jahresbericht*, 1903.

Berlin. Deutsche geologische Gesellschaft. *Zeitschrift*, Bd. LV, Hte. 1-3, 1903.

— K. preussische Akademie der Wissenschaften. *Sitzungsberichte*, N. 22-53, 1903; N. 1-24, 1904.

— K. preussische geologische Landesanstalt und Bergakademie. *Jahrbuch*, 1901, fasc. 4; 1902, fasc. 3; 1903, fasc. 1.

Berlin. Gesellschaft für Erdkunde. *Zeitschrift*, N. 7-10, 1903; N. 1-6, 1904.

Bonn. Naturhistorischer Verein. *Verhandlungen*, Jahrg. LX, Hte. 1-2, 1903. *Sitzungsberichte*, Ht. 1, 1903.

Brême. Naturwissenschaftlicher Verein. *Abhandlungen*, Bd. XVII, Ht. 3, 1901.

Breslau. Schlesische Gesellschaft für vaterländische Cultur. *Jahresbericht*, Bd. LXXXI, 1903.

Cassel. Verein für Naturkunde. *Abhandlungen und Bericht*, Bd. XLVIII, 1902-1903.

Dresde. Naturwissenschaftliche Gesellschaft Isis. *Sitzungsberichte und Abhandlungen*, 1903, 2e Sem.

Francfort-sur-Mein. Senckenbergische naturforschende Gesellschaft. *Abhandlungen* in-4°, Bd. XXVII, Hte. 2-3; 1902; Bd. XXVIII, Ht. 1, 1903; Bd. XXIX, Ht. 1, 1903. *Jahresberichte*, 1903.

Fribourg. Naturforschende Gesellschaft. Berichte, Bd. XIII, 1903.

Gottingue. Gesellschaft der Wissenschaften der Georgia-Augusta Universität. *Nachrichten*, N. 4-5, 1903; N. 1-2, 1904. *Geschäftliche Mittheilungen*, N. 2, 1903; N. 1, 1904. *Mathematisch-physikalische Klasse*, N. 3-6, 1903.

Greisswald. Naturwissenschaftlicher Verein von Neu Vorpommern und Rügen. *Mittheilungen*, Bd. XXXV, 1903.

Hermannstadt. Siebenburgischer Verein für Naturwissenschaften. *Verhandlungen und Mittheilungen*, Jahrg. LII, 1902.

Leipzig. Verein für Erdkunde. *Mittheilungen*, Jahrg. 1903.

Metz. Académie. *Mémoires*, série 3, vol. XXX, 1900-1901.

Munich. K. bayerische Akademie der Wissenschaften. *Sitzungsberichte*, 1903, N. 2-5; 1904, N. 1.

Stuttgard. Verein für vaterländische Naturkunde. *Jahresberichte*, Jahrg. LX, 1904. *Verzeichniss der mineralogischen Litteratur von Wurtemberg*, 1904.

Wiesbaden. Nassauischer Verein für Naturkunde. *Jahrbuch*, Jahrg. LVI, 1903.

AUTRICHE-HONGRIE.

Budapest. K. ungarische geologische Anstalt. *Zeitschrift*, Bd. XXXIII, N. 5-12, 1903; Bd. XXXIV, N. 1-4, 1904. *Jahresbericht*, 1901.

— Magyar nemzeti Museum. *Annales historico-naturales Musei nationalis hungarici*, Bd. II, Ht. 1, 1903.

Graz. *Montan Zeitung*, X. Jahrg., N. 15-24, 1903; XI. Jahrg., N. 1-14, 1904.

Lemberg. Ukrainische Sevcenko-Gesellschaft der Wissenschaften. *Chronik*, Bd. IX, N. 15, 1903.

Prague. K. böhmische Gesellschaft der Wissenschaften. *Jahresbericht*, 1903. *Sitzungsberichte*, 1903.

Vienne. K. k. Akademie der Wissenschaften. *Sitzungsberichte*, Bd. CX, Hte. 8-10, 1901; Bd. CXI, Hte. 1-9, 1902. *Mittheilungen der Erdbeben-Commission*, neue Folge, N. 11-13 ù. 19, 1902.

— K. k. geologische Reichsanstalt. *Jahrbuch*, Bd. LII, Hte. 3-4, 1903; Bd. LIII, Hte. 1-2, 1903. *Verhandlungen*, N. 9-18, 1903; N. 1-8, 1904.

ESPAGNE.

Madrid. Comision del mapa geologico de Espana. *Memorie*, t. V, 1904.

France.

Angers. Société d'études scientifiques. *Bulletin*, t. XXXII 1902.

— Société d'agriculture, sciences et arts. *Mémoires*, série 5, t. VI, 1903.

Besançon. Société d'émulation du Doubs. *Mémoires*, sér. 8, vol. VII, 1902.

Béziers. Société d'étude des sciences naturelles. *Mémoires*, t. XXII, 1899.

Bordeaux. Société des sciences physiques et naturelles. *Mémoires*, série 6, t. III, 1903. *Procès-verbaux des séances*, 1902-1903. *Commission météorologique de la Gironde*, 1902-1903.

— Société linnéenne. *Actes*, série 6, t. VIII, 1903.

Caen. Société linnéenne de Normandie. *Bulletin*, série 5, vol. VI, 1902.

Charleville. Société d'histoire naturelle des Ardennes. *Bulletin*, tt. VI-VIII, 1899-1901.

Cherbourg. Société nationale des sciences naturelles et mathémathiques. *Mémoires*, série 4, t. III, fasc. 2, 1901.

Dax. Société de Borda. *Bulletin*, an. XXVIII, fasc. 2-4, 1903.

Le Havre. Société géologique de Normandie. *Bulletin*, t. XXII, 1902.

Le Mans. Société d'agriculture, sciences et arts de la Sarthe. *Bulletin*, t. XXXI, fasc. 2-3, 1903.

Lille. Société géologique du Nord. *Annales*, t. XXXII, 1903.

Lyon. Académie des sciences, belles-lettres et arts. *Mémoires*, t. VII, 1903.

— Société linnéenne. *Annales*, t. XLIX, 1902.

Lyon. Société d'agriculture, histoire naturelle et arts utiles. *Mémoires*, série 7, t. X, 1902.

Montpellier. Académie des sciences et des arts. *Mémoires*, série 2, t. III, fasc. 3, 1901.

Nancy. Académie Stanislas. *Mémoires*, série 5, t. XX, 1903.

— Société des sciences. *Bulletin des séances*, t. IV, nos 3-4, 1903.

Nantes. Société des sciences naturelles de l'ouest de la France. *Bulletin*, série 2, t. III, fasc. 1-4, 1903.

Paris. Académie des sciences. *Comptes rendus* in-4°, t. CXXXVII, nos 2-26, 1903 ; t. CXXXVIII, 1904 ; t. CXXXIX, n° 1, 1904.

— *Annales des mines*, sér. 10, t. III, nos 5-8, 1903; t. IV, nos 9-12, 1903 ; t. V, nos 1-4, 1904.

— *Feuille des jeunes naturalistes*, année XXXIV, 1904.

— Ministère des travaux publics. *Bulletin des services de la carte géologique de la France*, t. XIII, 1901-1902 ; t. XIV, nos 92-93, 1902-1903.

— *Le Naturaliste*, XXVIe année, 1904.

— Société française de minéralogie. *Bulletin*, t. XXVI, nos 1-3, 6-8, 1903; t. XXVII, nos 1-2, 1904.

— Société géologique de France. *Bulletin*, sér. 4, t. III, fasc. 2-5, 1903.

Rennes. Société scientifique et médicale de l'Ouest. *Publications*, t. XII, 1903.

Rouen. Société des amis des sciences naturelles. *Bulletin*, XXXVIIIe année, 1902.

Toulouse. Académie des sciences, inscriptions et belles-lettres. *Mémoires*, sér. 10, t. III, 1903.

Toulouse. Société d'histoire naturelle. *Bulletin trimestriel*, t. XXXVI, n°s 2-9, 1903, t. XXXVII, n°s 1-2, 1904.

ILES BRITANNIQUES.

Cambridge. Philosophical Society. *Proceedings*, vol. XII, parts 3-5, 1903-1904.

Edimbourg. Geological Society. *Transactions*, vol. VIII, parts 2-3, 1901.

Liverpool. Geological Society. *Proceedings*, vol. IX, n° 3, 1901.

Londres. Royal Society. *Proceedings*, vol. LXXII, n°s 477-487, 1903; vol. LXXIII, n°s 488-496, 1904.

— Geological Society. *Quarterly Journal*, vol. LIX, n°s 3-4, 1903; vol. LX, n°s 1-2, 1904. *Geological Litterature*, 1903.

— Mineralogical Society. *Mineralogical Magazine and Journal*, vol XIII, n° 62, 1900.

Manchester. Literary and philosophical Society. *Memoirs*, vol. XLVII, n°s 5-6, 1902-1903; vol. XLVIII, n° 1, 1903-1904.

Newcastle-s.-T. North of England Institute of mining and mechanical Engineers. *Transactions*, vol. LI, part 7, 1901; vol. LII, parts 4-7, 1902; vol. LIII, parts 2-3, 1903; vol. LIV, parts 1-5, 1904. *Annual report*, 1902, 1903.

Penzance. Royal geological Society of Cornwall. *Transactions*, vol. XII, parts 8-9, 1904.

ITALIE.

Bologne. Accademia reale delle scienze dell' Istituto. *Rendiconto delle Sessioni*, vol. V, n°s 1-4, 1900-1901.

Catane. Accademia gioenia di scienze naturali. *Atti*, ser. 4, t. XVI, 1903. *Bollettino mensile*, nuova ser., fasc. LXXVII-LXXIX, 1903.

Naples. Accademia delle scienze fisiche e matematiche. *Rendiconti*, vol. IX, nos 5-7, 1903.

Pise. Societa toscana di scienze naturali. *Atti*, *Memorie*, t. XIX, 1903. *Processi verbali*, t. XIV, nos 1-4, 1903-1905.

Rome. Reale accademia dei Lincei. *Atti*, *Rendiconti* in-4o, vol. XII, 1er sem., nos 11-12, 1903; vol. XII, 2e sem., nos 1-12, 1903; vol. XIII, 1er sem., nos 1-11, 1904.

— Reale comitato geologico d'Italia. *Bollettino*, t. XXXIV, nes 1-4, 1903; t. XXXV, no 1, 1904.

— Societa geologica italiana. *Bollettino*, vol. XXI, 1902.

Sienne. *Rivista italiana di scienze naturali*, an. XXIII, nos 3-12, 1903.

— *Bollettino del naturalista collettore*, an. XXIII, nos 4-12, 1903; an. XXIV, no 1, 1904.

Turin. Reale accademia delle scienze. *Atti*, vol. XXXVIII, nos 1-15, 1902-1903.

Udine. Reale istituto tecnico. *Annales*, vol. XX, 1902.

Venise. Reale istituto veneto. *Atti*, serie 8, t. V, nos 7-10, 1903; t. VI, nos 1-6, 1904.

PAYS-BAS.

Amsterdam. Koninklijke Akademie van Wetenschappen. *Verslagen*, partie géol., 1903 et 1904. *Verhandlingen*, reeks 2, deel IX, nos 8-9, 1902-1903; deel X, no 5, 1904.

Harlem. Musée Teyler. *Archives*, sér. 2, vol. VIII, part. 4-5, 1902.

La Haye. Société hollandaise des sciences. *Archives néerlandaises des sciences exactes et naturelles*, série 2, t. VIII, livr. 3-5, 1902 ; t. IX, livr. 1-3, 1904.

Leide. Geologisches Reichs-Museum. *Sammlungen*, Serie 1, Bde. I-VI, 1881-1899 ; Bd. VII, Hte. 1-3, 1902. Neue Folge in-4°, Bd. I, Hte. 1-8, 1903.

PORTUGAL.

Lisbonne. Commission des travaux géologiques du Portugal. *P. Choffat.* L'Infralias et le Sinémurien du Portugal, t. V, fasc. 1, 1903.

RUSSIE.

Ekatherinenbourg. Société ouralienne des amateurs des sciences naturelles. *Bulletin*, vol. XXIV, 1903.

Helsingfors. Finlands geologiska undersökning. *Bulletin de la Commission géologique de Finlande*, n° 14, 1903.

Kiew. Société des naturalistes. *Mémoires*, t. XVIII, 1903.

Moscou. Société impériale des naturalistes. *Bulletin*, année 1902, fasc. 1-4; année 1903, fasc. 1-3.

Novo-Alexandria. Annuaire géologique et minéralogique de la Russie, vol. V, n°s 8-10, 1901 ; volume VI, n°s 4-6, 1902.

St-Pétersbourg. Comité géologique. *Bulletin*, t. XXI, n°s 5-10, 1902 ; t. XXII, n°s 1-4, 1903. *Mémoires*, vol. XVII, n° 3 ; vol. XIX, n° 2 ; vol. XX, n° 1, 1902 ; nouv. série, livr. 1-2, 4-9, 1903. *Exploration géologique des régions aurifères*

de la Sibérie; région de l'Amour, livr. 3-4, 1900; *région de la Lénaa*, livr. 2, 1901.

St-Pétersbourg. Académie impériale des sciences. *Bulletin*, t. XIII, livr. 4-5, 1900; t. XIV, livr. 1-5, 1901; t. XV, livr. 1-5, 1901; t. XVI, livr. 1-5, 1902; t. XVII, livr. 1-5, 1902. *Mémoires*, vol. XI, n°s 6, 7, 10 et 11, 1901; vol. XII, n°s 4-6, 7-8 et 10, 1902; vol. XIII, n°s 3-5 et 7, 1903.

— Société des naturalistes. *Comptes-rendus des séances*, vol. XXXIII, n°s 6-8, 1899; vol. XXXIV, livr. 1-3, 1909.

— Société impériale de minéralogie. *Verhandlungen*, Bd. XL, n° 2, 1903.

Suisse.

Berne. Naturforschende Gesellschaft. *Verhandlungen*, Bd. LXXXIV, 1901.

Genève. Société helvétique des sciences naturelles, 86e session, 1903. *Actes*, 86e session, 1903.

Neuchatel. Société des sciences naturelles. *Bulletin*, t. XXVIII, 1899-1900.

Amérique.

Canada.

Ottawa. Geological Survey of Canada. *Altitudes of the Dominion of Canada*, 1901. *Dictionnary of altitudes in the Dominion of Canada*, 1903. *Geologic sheets*, n°s 42-48, 56-58, 1903.

— Société royale du Canada. *Proceedings and Transactions*, 2^{d} series, vol. VIII, 1902.

Toronto. Canadian Institute. *Proceedings*, *Transactions*, semi-centennial memorial volume, 1849-1899.

ÉTATS-UNIS.

Baltimore. American chemical Journal, XXIX, nos 3-6, 1903; vol. XXX, nos 1-6, 1903; vol. XXXI, nos 1-3, 1904.

Berkeley. University of California. *Bulletin of the Department of Geology*, vol. III, parts 13-14, 16-18, 1903.

Boston. American Academy of arts and sciences. *Proceedings*, t. XXXVIII, nos 22-26, 1902; t. XXXIX, nos 1-20, 1903.

Boston. Society of natural history. *Proceedings*, vol. XXXI, no 1, 1903.

Cambridge. Museum of comparative Zoölogy. *Bulletin*, t. XXXIX, nos 7-9, 1901; t. XL, no 7, 1902; t. XLI, nos 1-2, 1902; t. XLIII, no 1, 1904; t, XLV, nos 1-2, 1904; t. XLVI, no 1, 1904. *Geological series*, t. XLII, nos 2-5, 1903. *Annual Report*, 1902-1903.

Chicago. Journal of Geology, vol. XI, nos 4-7, 1903; vol. XII, nos 1-2, 1904.

Colorado. Colorado college studies. *Publications*, vol. X, 1903: vol. XI, no 1, 1904.

Columbus. Geological Survey of Ohio. *Bulletin*, 4e sér., no 1, 1903.

Des Moines. Jowa geological Survey. *Proceedings*, vol. XIII, 1902.

Denver. Colorado scientific Society. *Proceedings*, vol. VII, pp. 85-139, 1902.

Indianapolis. Indiana Academy of science. *Proceedings*, 1902.

— Department of geology and natural resources, *Annual Report*, 1901.

Lawrence. The Kansas University. *Science Bulletin*, vol. II, nos 1-9, 1903.

Madison. Wisconsin geological and natural history Survey. *Economic series*, nos 5-6, 1903.
— Wisconsin Academy of Sciences, Arts and Letters. *Transactions*, t. XIII, part 2, 1901; t. XIV, part 1, 1902.
Missoula. University. *Bulletin. Geological Series* n° 17, 1903. *Biological Series*, nos 3-8, 1902. *President Report*, 1902-1903.
New-York. Academy of Sciences late Lycæum of natural History. *Annals*, t. XIV, fasc. 3-4, 1901; t. XV, fasc. 1, 1903.
— University of the State of New-York. *Annual Report*, 1900, 1901.
— American Institute of mining Engineers. *Transactions*, vol. XXXII, 1902.
— American Museum of natural History. *Bulletin*, vol. XIX, 1903. *Annual Report*, 1903. *Memoirs*, vol. I, part 8, 1903.
Philadelphie. Franklin Institute. *Journal*, vol. CLVI, nos 2-6, 1903; vol. CLVII, nos 1-6, 1904.
— American philosophical Society. *Proceedings*, vol. XLI, n° 172, 1902; vol. XLII, nos 173-175, 1903.
Rochester. Academy of Sciences. *Proceedings*, vol. IV, nos 65-136, 1903-1904.
— Geological Society of America. *Bulletin*, vol. XIV, 1903.
Saint-Louis. Academy of Sciences. *Transactions*, vol. XII, nos 9-10, 1902.
San Francisco. California Academy of Sciences. *Proceedings*, vol. II, n° 2, 1904.
Topeka. Kansas Academy of Sciences. *Transactions*, vol. XVIII, 1901-1902.
Washington. Geological Survey of the Territories. *Mono-*

graphys, XLIV, XLV, 1903. *Bulletin*, nos 208-222, 1902-1903. *Mineral Resources*, 1902. *Professionnal Papers*, nos 1-15, 1902.

Washington. Department of Interior. *Annual Report*, 1902-1903. *Water Supply and irrigation Papers*, nos 65-87, 1903.

— Smithsonian Institution. *Report of the U. S. national Museum*, 1901-1902.

— Washington Academy of Sciences. *Transactions*, vol. V, pp. 99-187, 1903.

MEXIQUE.

Mexico. Comision geologica. *Parergones*, t. I, n° 2, 1903.

— Sociedad cientifica «Antonio Alzate». *Memorias*, t. XIX-XX, 1903.

PÉROU.

Lima. *Boletin de minas, industria y construcciones*, an. XIX, nos 1-5, 1903.

RÉPUBLIQUE ARGENTINE.

Buenos-Ayres. Museo publico. *Anales*, ser. 3, t. II, 1904.

Afrique.

COLONIE DU CAP.

Cape-Town. South-african Museum. *Annals*, vol. IV, parts 1-2, 1903.

COLONIE DU TRANSVAAL.

Johannesburg. Geological Society of South-Africa *Transactions*, vol. VI, 1904.

Asie.

Empire britannique de l'Inde.

Calcutta. Geological Survey of India. *Memoirs*, t. XXXIII, nº 3, 1901; t. XXXIV, nº 3, 1902; t. XXXV, nº 2, 1903. *General Report*, 1902-1903. *Paleontologia indica*, serie 9, vol. III, part 2, 1903; serie 15, vol. I, part 5, 1903; vol. IV, part 1, 1903.

— Asiatic Society of Bengal. *Proceedings*, an. 1903, N. 6-10. *Journal*, vol. LXXII, part II, nºs 3-4; part III, nº 2.

Japon.

Tokyo. College of Science imperial University. *Journal*, vol. XVIII, nº 6; vol. XIX, nº 20, 1903.

Océanie.

Australie.

Melbourne. Royal Society of Victoria. *Proceedings*, vol. XVI, part 2, 1903.

Sydney. Geological Survey of New-South-Wales. *Annual Report of Department of Mines*, 1903.

— Linnean Society of New-South-Wales. *Proceedings*, vol. XXVII, nºs 3-4, 1902; vol. XXVIII, nº 1, 1902.

— Royal Society of New-South-Wales. *Journal and Proceedings*, vol. XXXVI, 1902.

Indes néerlandaises.

Batavia. Koninklijke natuurkundige Vereeniging in Nederlandsch-Indie. *Natuurkundige Tijdschrift*, ser. 10, t. VII, 1904.

ERRATA.

p. M 40, ligne 26, *au lieu de* : 19gr.05, *lire* : 12gr.05

p. M 54, 5e colonne, ligne 10, *au lieu de* : 19 à 20 %, *lire* : 26 à 19 %

p. M 60, ligne 19, *au lieu de* : 25 %, *lire* : 15 %.

p. M 164, intervertir l'ordre des lignes 27 et 28.

TABLE DES MATIÈRES

BULLETIN

BIBLIOGRAPHIE.

TABLE ALPHABÉTIQUE DES AUTEURS.

TABLE ALPHABÉTIQUE DES MATIÈRES

A.

B.

C.

E.

G.

K.

L

M.

O

P.

S.

T.

V.

W.

TABLE DES PLANCHES.

Planche IX. Fig. 1. — Charbonnage de Courcelles-Nord. Carte indiquant la position des puits naturels. Echelle de 1 : 10 000.

Fig. 2. — Plan du puits naturel A de Courcelles-Nord. Echelle de 1 : 2 000.

Fig. 3. — Coupe du puits naturel A de Courcelles-Nord. Echelle de 1 : 2 000.

Fig. 5. — Coupe suivant la ligne AB du puits naturel C de Courcelles-Nord (voir fig. 4, pl. X). Echelle de 1 : 2 000, par J. Smeysters. Voir p. M 237.

Planche X. Fig. 4. — Plan du puits naturel C de Courcelles-Nord. Echelle de 1 : 2 000.

Fig. 6. — Coupe à travers le puits naturel C de Courcelles-Nord, rencontré dans les travaux de levant du burquin enfoncé au puits N° 8. Echelle de 1 : 200.

Fig. 7. — Coupe à travers le puits naturel C de Courcelles-Nord, rencontré dans les travaux de levant de Plateure. Niveau de 376^{m}. Puits N° 8. Echelle de 1 : 200.

Fig. 8. — Plan du puits naturel du charbonnage de Bayemont. Echelle de 1 : 2 000.

Fig. 9. — Coupe du puits naturel de Bayemont, suivant la ligne CD de la fig. 8. Echelle de 1 : 2 000.

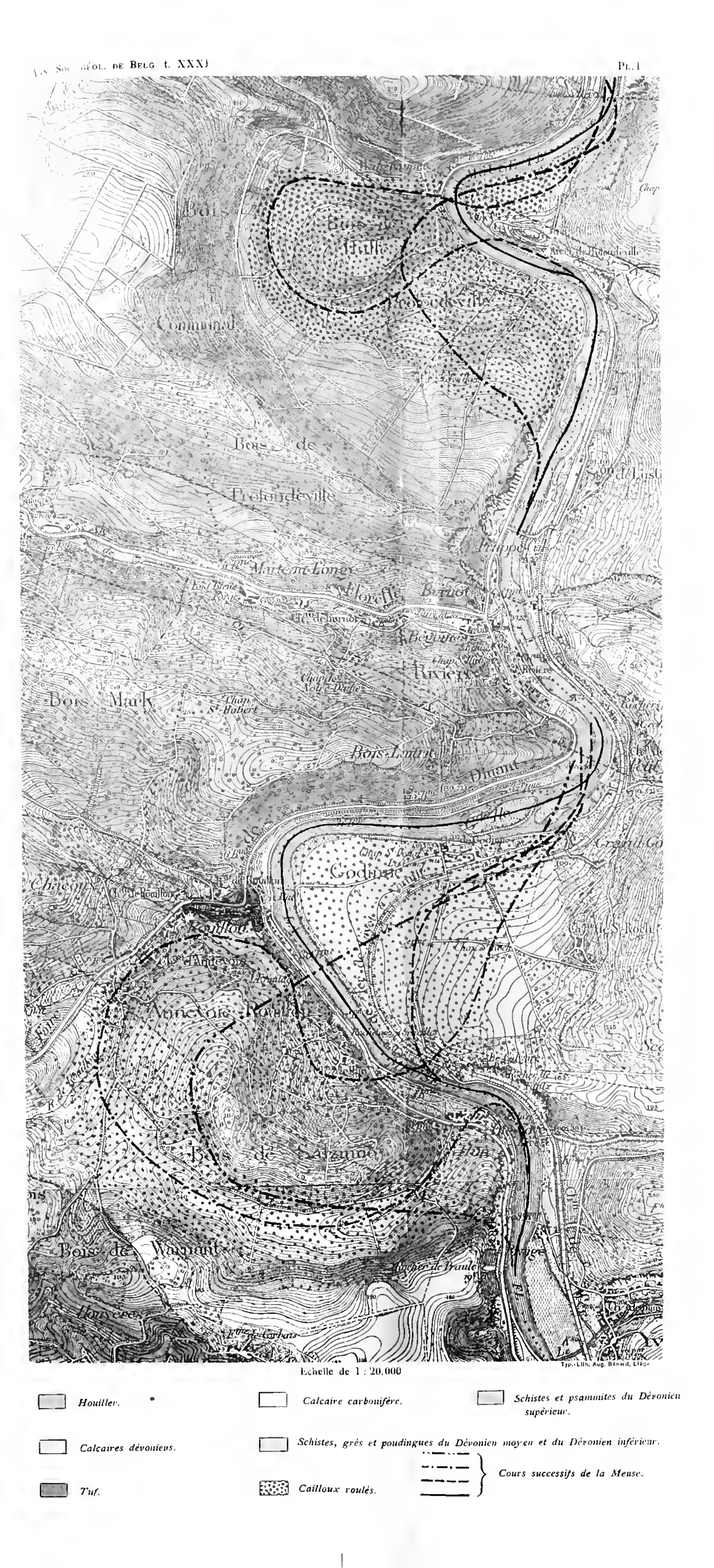
Fig. 10. — Plan du puits naturel B de Courcelles-Nord. Echelle de 1 : 2 000.

Fig. 11. — Coupe du puits naturel B de Courcelles-Nord, suivant la ligne EF de la fig. 10. Echelle de 1 : 2 000, par J. Smeysters. Voir p. M 237.

Planche XI. — Carte de la région minière (cuivre) du Katanga, par H. Buttgenbach. Echelle approximative de 1 : 800 000. Voir p. M 515.

---

29 AOÛT 1905.



Pl. I
Communal
Bois de
Profondeville
Bois Marly
Rivière
Godinne
Echelle de 1 : 20.000
Typ.-Lith. Aug. Bénard, Liége
Houiller.
Calcaire carbonifère.
Schistes et psammites du Dévonien supérieur.
Calcaires dévoniens.
Schistes, grès et poudingues du Dévonien moyen et du Dévonien inférieur.
Tuf.
Cailloux roulés.
Cours successifs de la Meuse.

25 o/o

20 o/o

S^T-TR



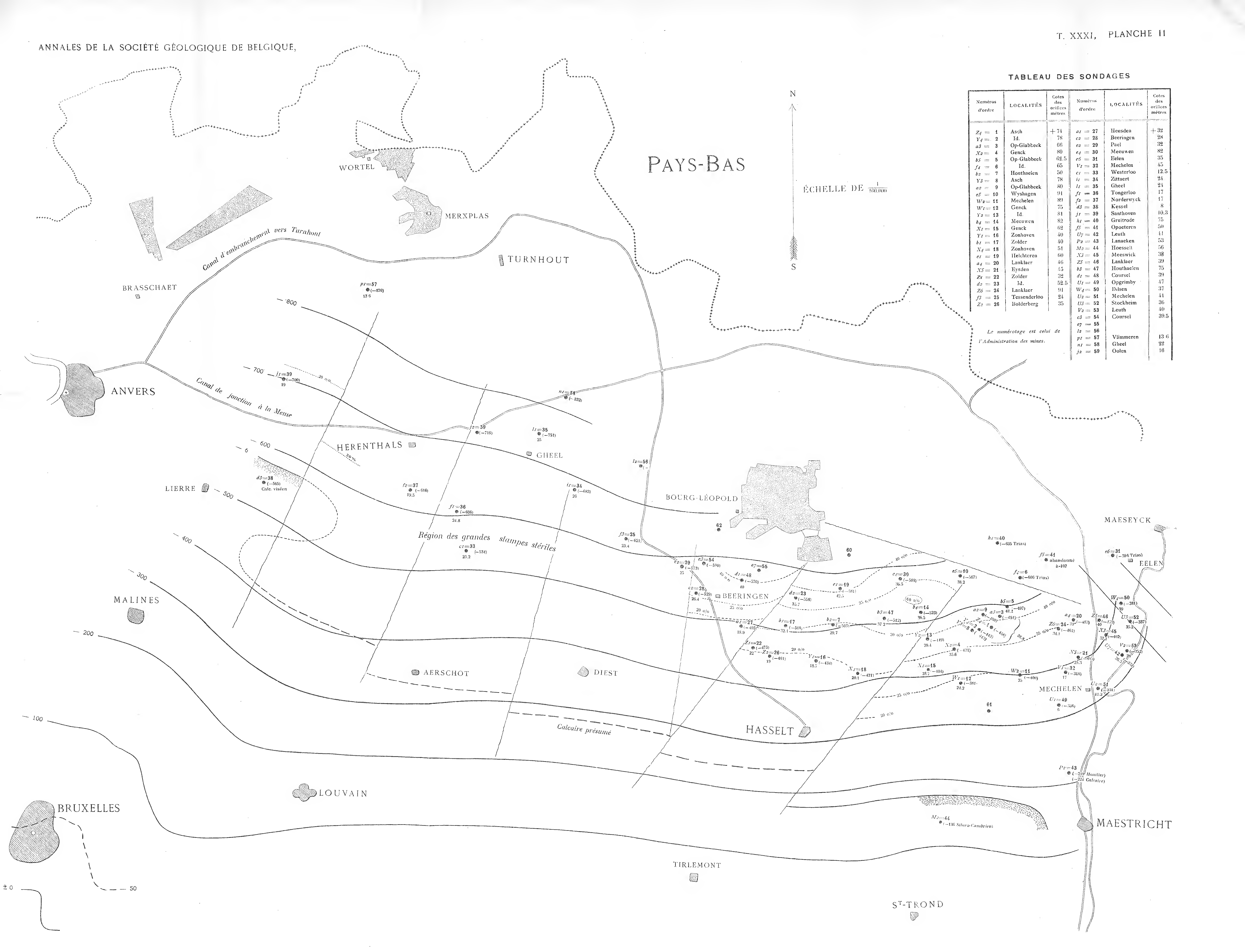


TABLEAU DES SONDAGES

Numéros d'ordre	LOCALITÉS	Cotes des orifices mètres	Numéros d'ordre	LOCALITÉS	Cotes des orifices mètres
Z_4 = 1	Asch	+ 74	a_1 = 27	Heusden	+ 32
Y_4 = 2	Id.	78	c_2 = 28	Beeringen	28
a_3 = 3	Op-Glabbeek	66	e_2 = 29	Pael	32
X_2 = 4	Genck	80	e_4 = 30	Meeuwen	82
b_5 = 5	Op-Glabbeek	62.5	e_6 = 31	Eelen	35
f_4 = 6	Id.	65	V_1 = 32	Mechelen	45
b_2 = 7	Houthaelen	50	c_1 = 33	Westerloo	12.5
Y_3 = 8	Asch	78	i_1 = 34	Zittaert	24
a_2 = 9	Op-Glabbeek	80	l_1 = 35	Gheel	24
e_5 = 10	Wyshagen	91	f_1 = 36	Tongerloo	17
W_2 = 11	Mechelen	89	f_2 = 37	Norderwyck	17
W_1 = 12	Genck	75	d_3 = 38	Kessel	8
Y_2 = 13	Id.	81	j_1 = 39	Santhoven	10.3
b_4 = 14	Meeuwen	82	h_1 = 40	Gruitrode	75
X_1 = 15	Genck	62	f_5 = 41	Opoeteren	50
Y_1 = 16	Zonhoven	40	U_7 = 42	Leuth	41
b_1 = 17	Zolder	40	P_2 = 43	Lanaeken	53
X_4 = 18	Zonhoven	51	M_2 = 44	Hoesselt	56
e_1 = 19	Helchteren	60	X_3 = 45	Meeswick	38
a_4 = 20	Lanklaer	46	Z_5 = 46	Lanklaer	39
X_5 = 21	Eysden	45	b_3 = 47	Houthaelen	75
Z_1 = 22	Zolder	32	d_1 = 48	Coursel	39
d_2 = 23	Id.	52.5	U_1 = 49	Opgrimby	47
Z_6 = 24	Lanklaer	91	W_4 = 50	Dilsen	37
f_3 = 25	Tessenderloo	24	U_2 = 51	Mechelen	41
Z_2 = 26	Bolderberg	35	U_3 = 52	Stockheim	36
			V_2 = 53	Leuth	40
			c_3 = 54	Coursel	39.5
			e_7 = 55		
			l_2 = 56		
			p_1 = 57	Vlimmeren	13 6
			n_1 = 58	Gheel	22
			j_2 = 59	Oolen	16

Le numérotage est celui de l'Administration des mines.

=j I

c 19

c 20

Fig. 1

Fig. 4

Fig. 2

Fig. 3

Fig. 5

ÉCHELLES — Abscisses : $\frac{1}{80000}$

Ordonnées : $\frac{1}{10000}$

c Couche.
v Veinette.

2

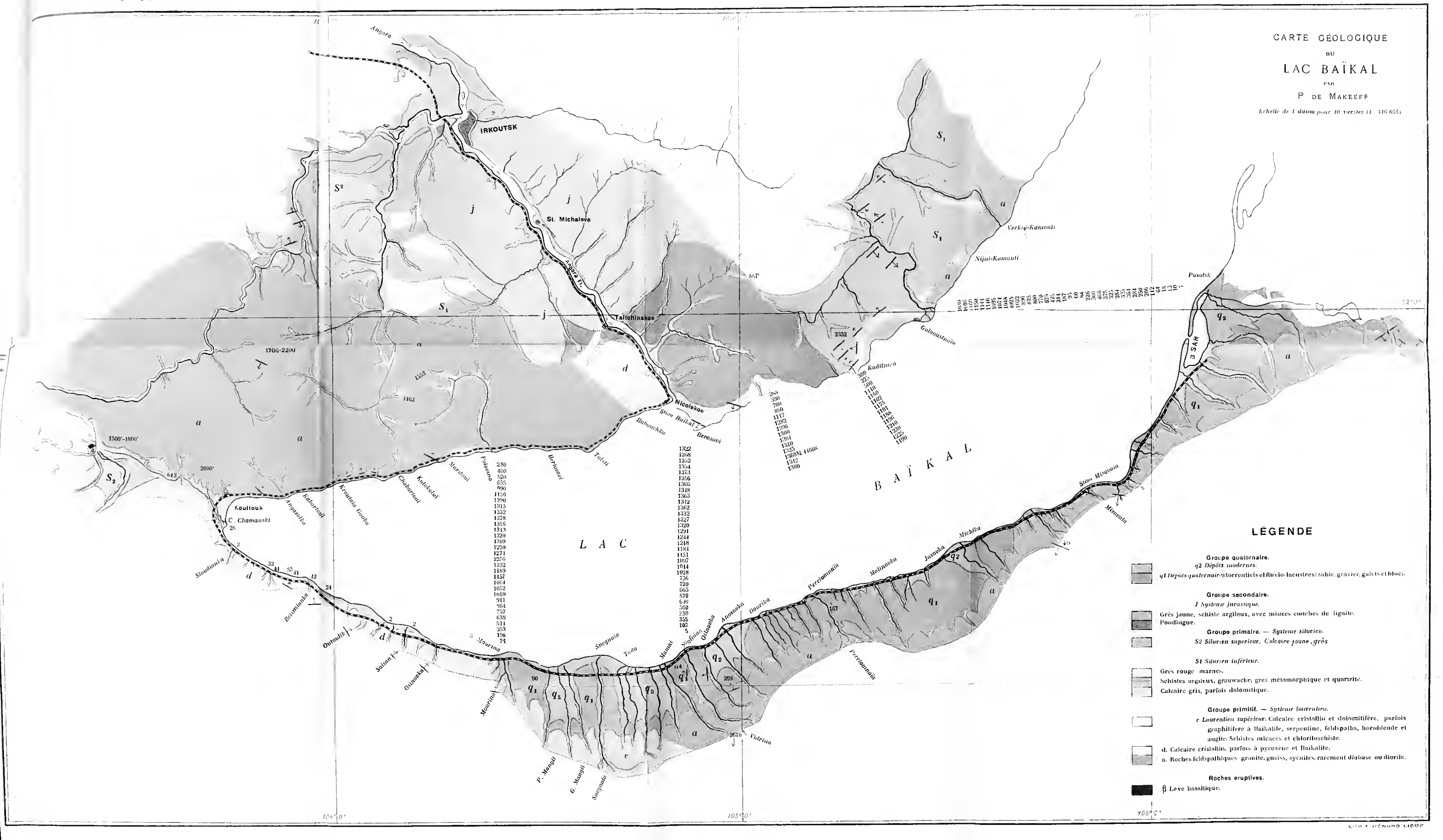
a

rauwacke, grès métamorphique et quartzite.
is dolomitique.

pe primitif. — *Système laurentien.*
tien supérieur. Calcaire cristallin et dolomitifère, parfois
hitifère à Baïkalite, serpentine, feldspaths, hornblende et
e. Schistes micacés et chloritoschiste.
n, parfois à pyroxène et Baïkalite.
iques : granite, gneiss, syénites, rarement diabase ou diorite.

nes éruptives.

LITH. A. BÉNARD, LIÉGE.

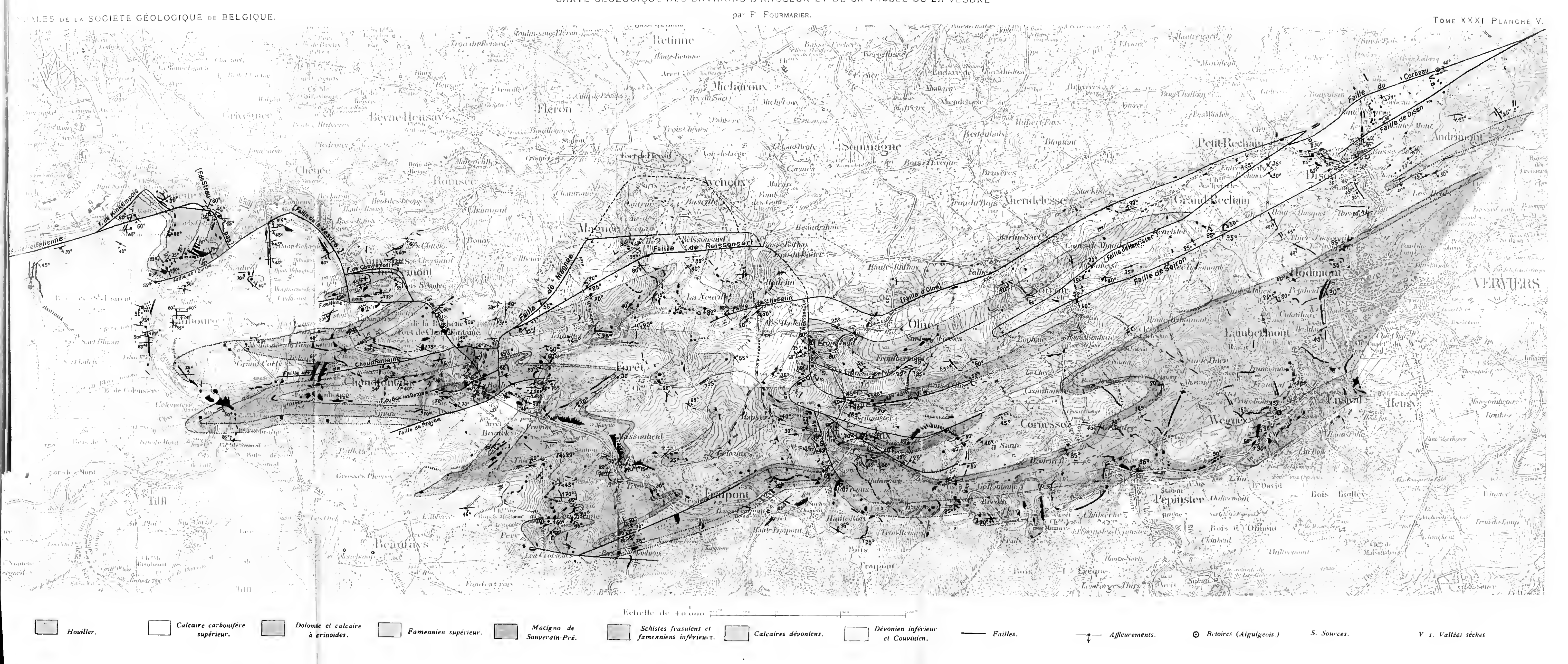

CARTE GÉOLOGIQUE
DU
LAC BAÏKAL
PAR
P DE MAKEEFF
Echelle de 1 duime pour 10 verstes (1 : 416 055)
LÉGENDE
Groupe quaternaire.
q2 Dépôts modernes.
q1 Dépôts quaternaires torrentiels et fluvio-lacustres: sable, gravier, galets et blocs.
Groupe secondaire.
J Système jurassique.
Grès jaune, schiste argileux, avec minces couches de lignite.
Poudingue.
Groupe primaire. — Système silurien.
S2 Silurien supérieur. Calcaire jaune, grès
S1 Silurien inférieur.
Grès rouge marnes.
Schistes argileux, grauwacke, grès métamorphique et quartzite.
Calcaire gris, parfois dolomitique.
Groupe primitif. — Système laurentien.
c Laurentien supérieur. Calcaire cristallin et dolomitifère, parfois graphitifère à Baïkalite, serpentine, feldspaths, hornblende et augite. Schistes micacés et chloritoschiste.
d. Calcaire cristallin, parfois à pyroxène et Baïkalite.
a. Roches feldspathiques granite, gneiss, syénites, rarement diabase ou diorite.
Roches eruptives.
β Lave basaltique.
IRKOUTSK
St. Michalova
Angara
Angara R.
Taltchinskoe
Nicolskoe
Stion Baïkal
Kouttouk
C. Chamanski
Posolsk
Golooustnaïa
Verkti-Kamouti
Nijni-Kamouti
Stion Missovaïa
Missovaïa
LAC
BAÏKAL
Vidrina
104°0'
105°0'
106°0'
Lith. Bénard Liège


Gelée
35°
35°
50°
40°

LE PROLONGEMENT DE LA FAILLE EIFELIENNE A L'EST DE LIÉGE

CARTE GÉOLOGIQUE DES ENVIRONS D'ANGLEUR ET DE LA VALLÉE DE LA VESDRE

par P. FOURMARIER.



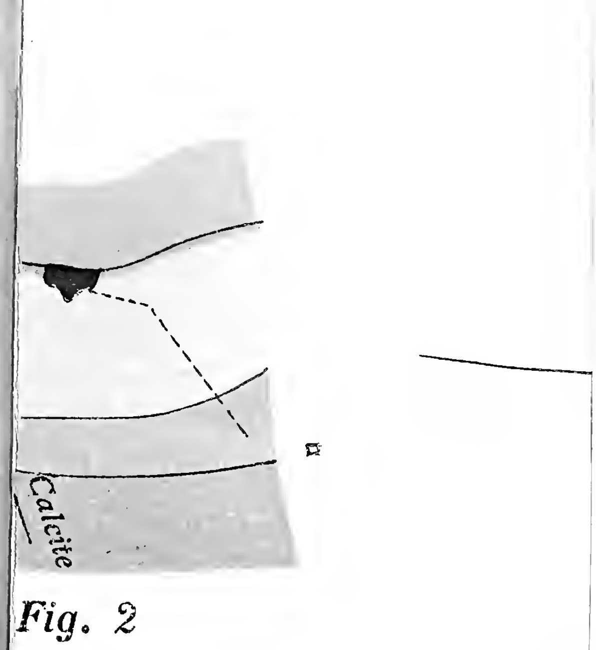


Fig. 2

ì l'étage de 180 m.

de 1 : 10 000.

Fig. 1

Plan géologique des Environs d'Engis.

Échelle de 1 : 10 000.

Fig. 2

Gîte du Dos à l'étage de 180 m.

Échelle de 1 : 10 000

Fig. 3

Coupe du gîte du Dos.

Échelle de 1 : 2 000.

Fig. 4

Gîte du Dos à l'étage de 205 m.

LÉGENDE

- *Salle de Rocour*
- *Houiller.*
- *Calcaire carbonifère.*
- *Dolomie carbonifère.*
- *Famennien et schiste frasnien.*
- *Calcaire frasnien.*
- *Silurien.*
- *Minerais sulfurés.*
- *Minerais oxydés.*
- *Minerais de fer (Limonite).*

CARTE DES SYNCLINAUX ET DES ANTICLINAUX DE PREMIER ORDRE DES FORMATIONS PRIMAIRES DE LA BELGIQUE

Échelle de 1 : 800 000

Houiller
Calcaire carbonifère
Dévonien supérieur
Dévonien moyen
Dévonien inférieur
Cambro-Silurien
Synclinaux transversaux principaux

MER DU NORD

Anticlinal du Brabant
Synclinal de la Campine
Synclinal de Namur
Anticlinal du Condroz
Synclinal de Dinant
Anticlinal de l'Ardenne
Synclinal de l'Eifel
Anticlinal de Givonne

H. Forir, del.

ANCHE VIII.

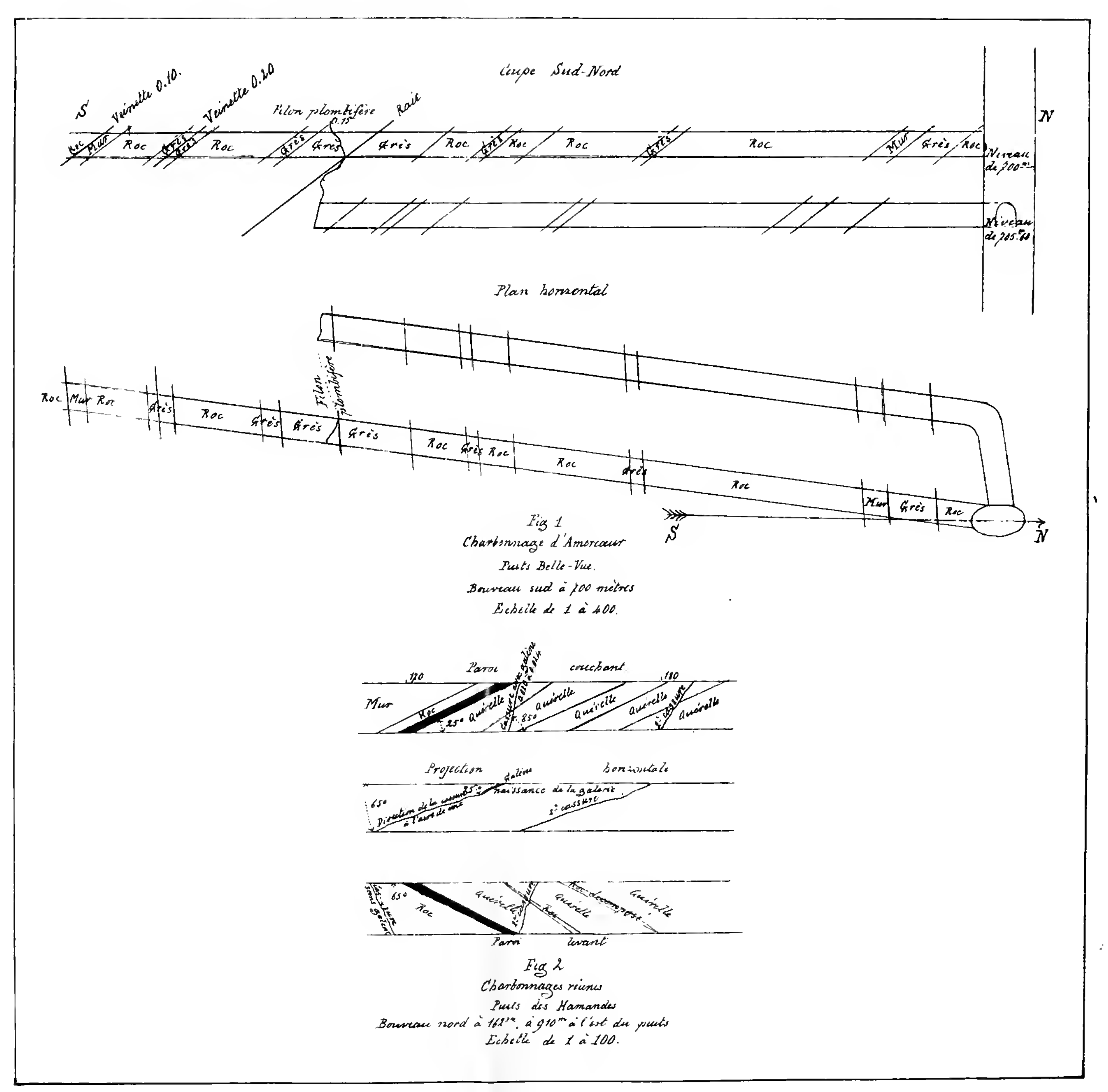
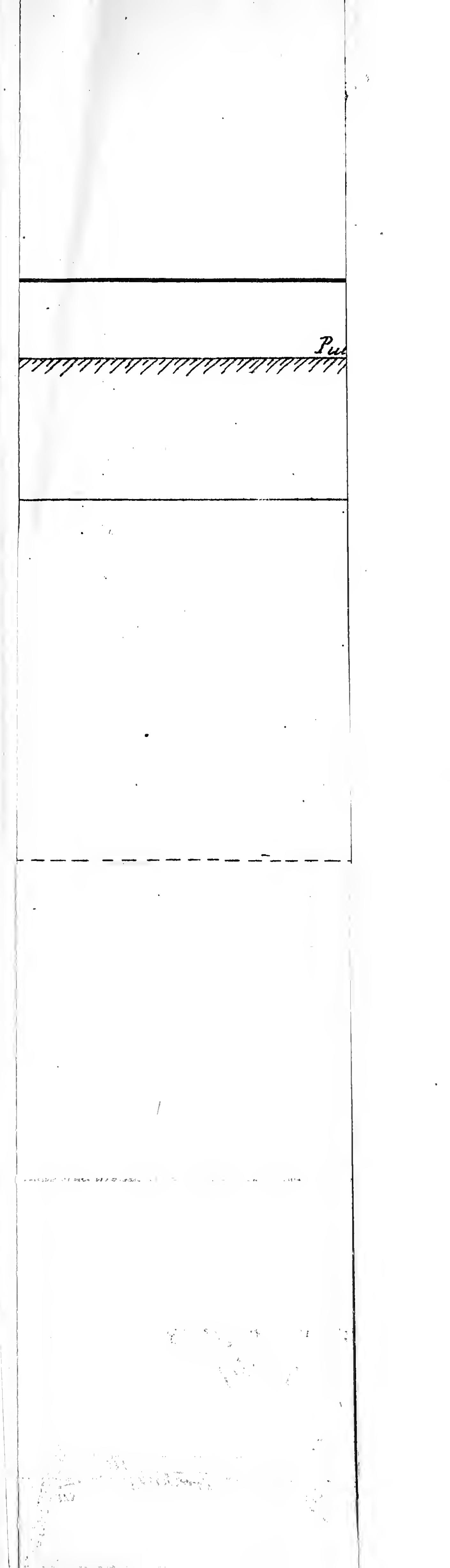
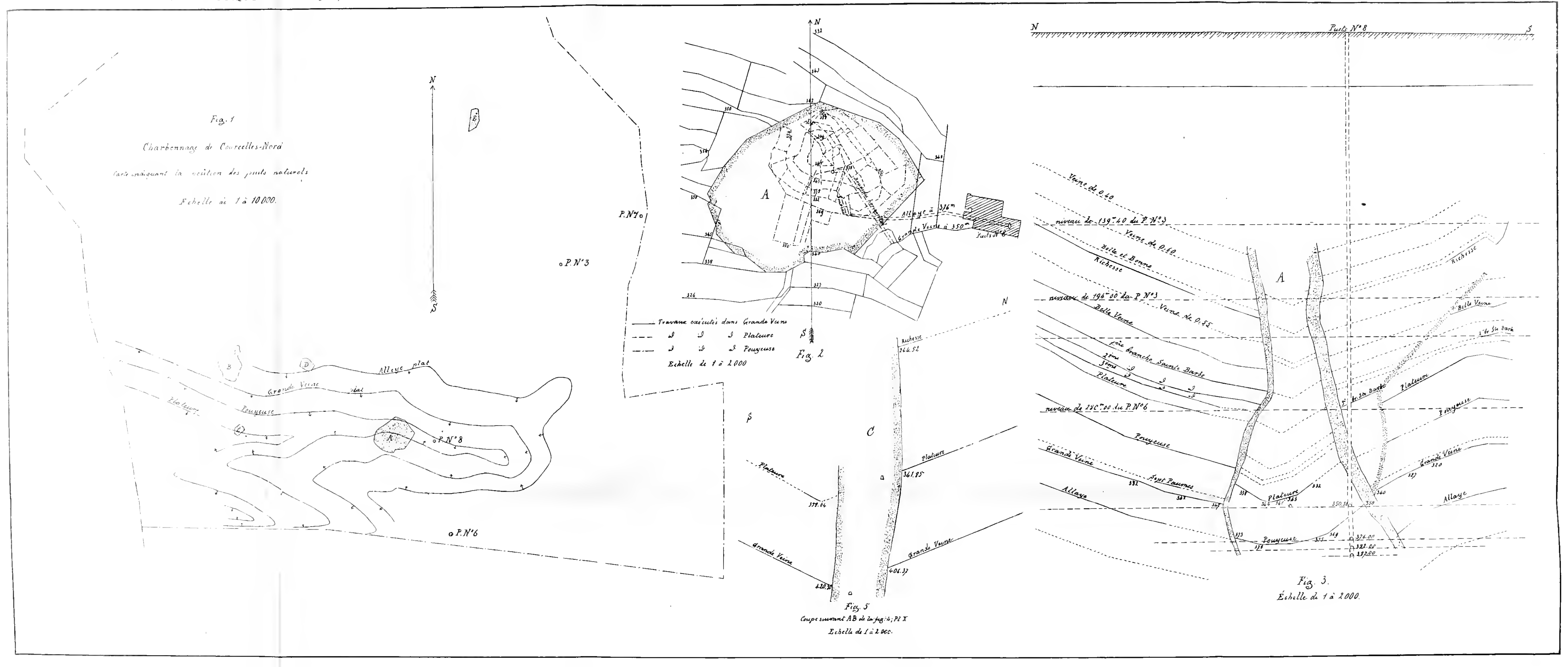


Fig 1
Charbonnage d'Amercœur
Puits Belle-Vue.
Bouveau sud à 700 mètres
Echelle de 1 à 400.

Fig 2
Charbonnages réunis
Puits des Hamandes
Bouveau nord à 162m, à 910m à l'est du puits
Echelle de 1 à 100.

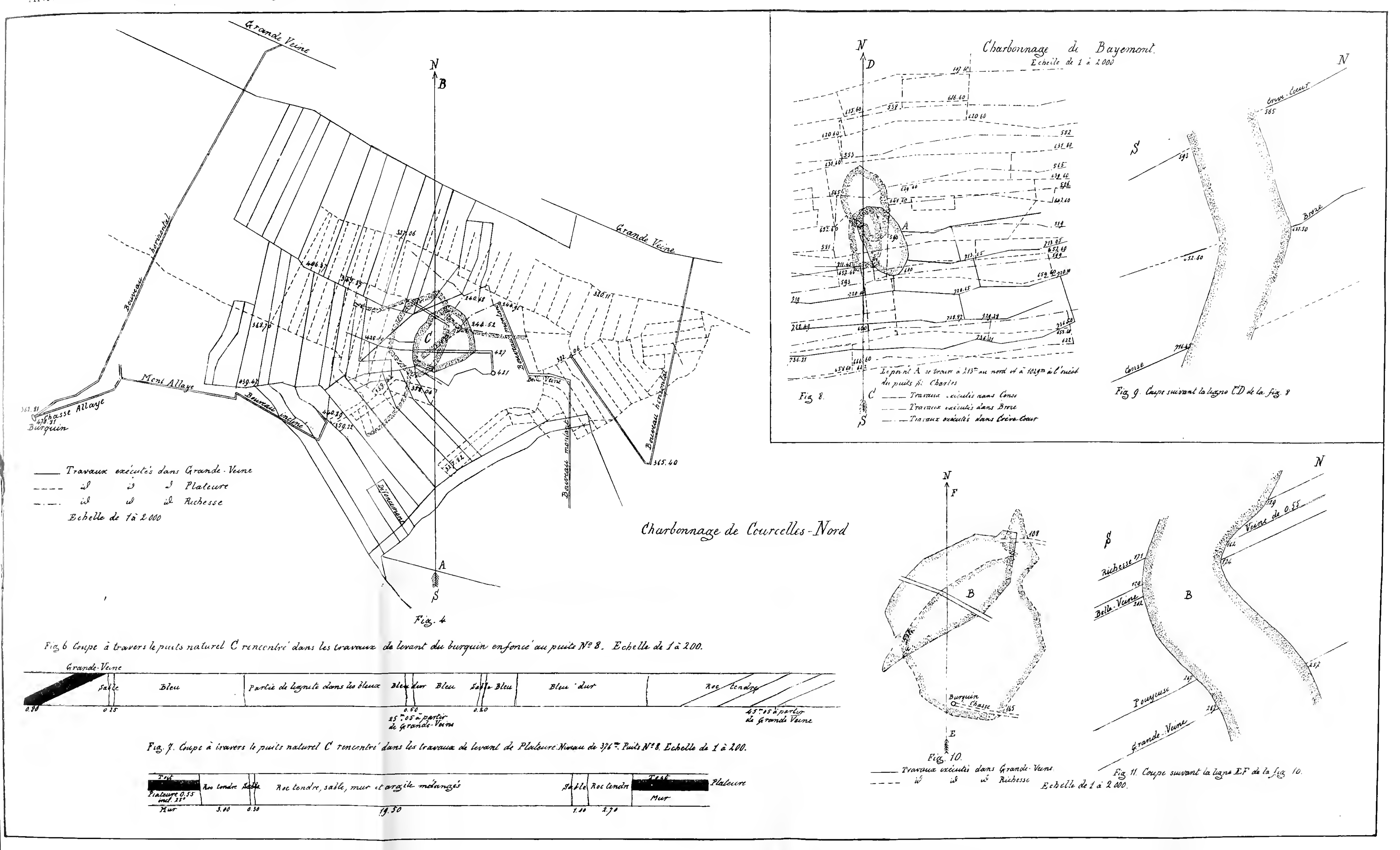

Pu


Fig. 1
Charbonnage de Courcelles-Nord
Carte indiquant la position des puits naturels
Echelle de 1 à 10000.
N
S
P. N° 3
P. N° 7
P. N° 8
P. N° 6
Alleye plat
Grande Veine
Plateure
Pouyeuse
A
B
D
E
Travaux exécutés dans Grande Veine
" " " Plateure
" " " Pouyeuse
Echelle de 1 à 2000
Fig. 2
Alleye à 316m
Grande Veine à 350m
Puits N° 8
Richesse
Plateure
Grande Veine
C
Fig. 5
Coupe suivant AB de la fig. 4; Pl X
Echelle de 1 à 2000.
Puits N° 8
Veine de 0.40
niveau de 139m 40 du P. N° 3
Veine de 0.50
Belle et Bonne
Richesse
niveau de 194m 00 du P. N° 3
Veine de 0.55
Belle Veine
1re branche Sainte Barbe
2me
3me
niveau de 240m 00 du P. N° 6
Pouyeuse
Grande Veine
Sept Paumes
Allaye
Fig. 3.
Echelle de 1 à 2000.

620.6

631.

5



Charbonnage de Courcelles-Nord
Grande Veine
Bouveau horizontal
Mont Allaye
Bouveau incliné
Chasse Allaye
Burquin
Bouveau montant
Belle Veine
Travaux exécutés dans Grande-Veine
id id id Plateure
id id id Richesse
Echelle de 1 à 2000
Fig. 4
Fig. 6 Coupe à travers le puits naturel C rencontré dans les travaux de levant du burquin enfoncé au puits N° 8. Echelle de 1 à 200.
Grande-Veine
Sable
Bleu
Partie de lignite dans les bleus
Bleu dur
Bleu
Roc tendre
Fig. 7. Coupe à travers le puits naturel C rencontré dans les travaux de levant de Plateure Niveau de 376 m. Puits N° 8. Echelle de 1 à 200.
Toit
Roc tendre
Sable
Roc tendre, sable, mur et argile mélangés
Plateure
Mur
Charbonnage de Bayemont.
Echelle de 1 à 2000
Le point A se trouve à 213 m au nord et à 1029 m à l'ouest du puits St Charles
Fig. 8.
Travaux exécutés dans Conse
Travaux exécutés dans Broze
Travaux exécutés dans Crève-Cœur
Fig. 9. Coupe suivant la ligne CD de la fig. 8
Fig. 10.
Travaux exécutés dans Grande-Veine
id id id Richesse
Echelle de 1 à 2000.
Fig. 11. Coupe suivant la ligne EF de la fig. 10.
Richesse
Belle-Veine
Pouyeuse
Grande-Veine
Veine de 0.55

ANNA

27°

10°0

mushishia

Mts Koni

Salines

Mu

Pande

ira

Lupweshi

11°

Lupembashi

uringe

iKatala

Makaka

Bimba

Kamwati

Luushia

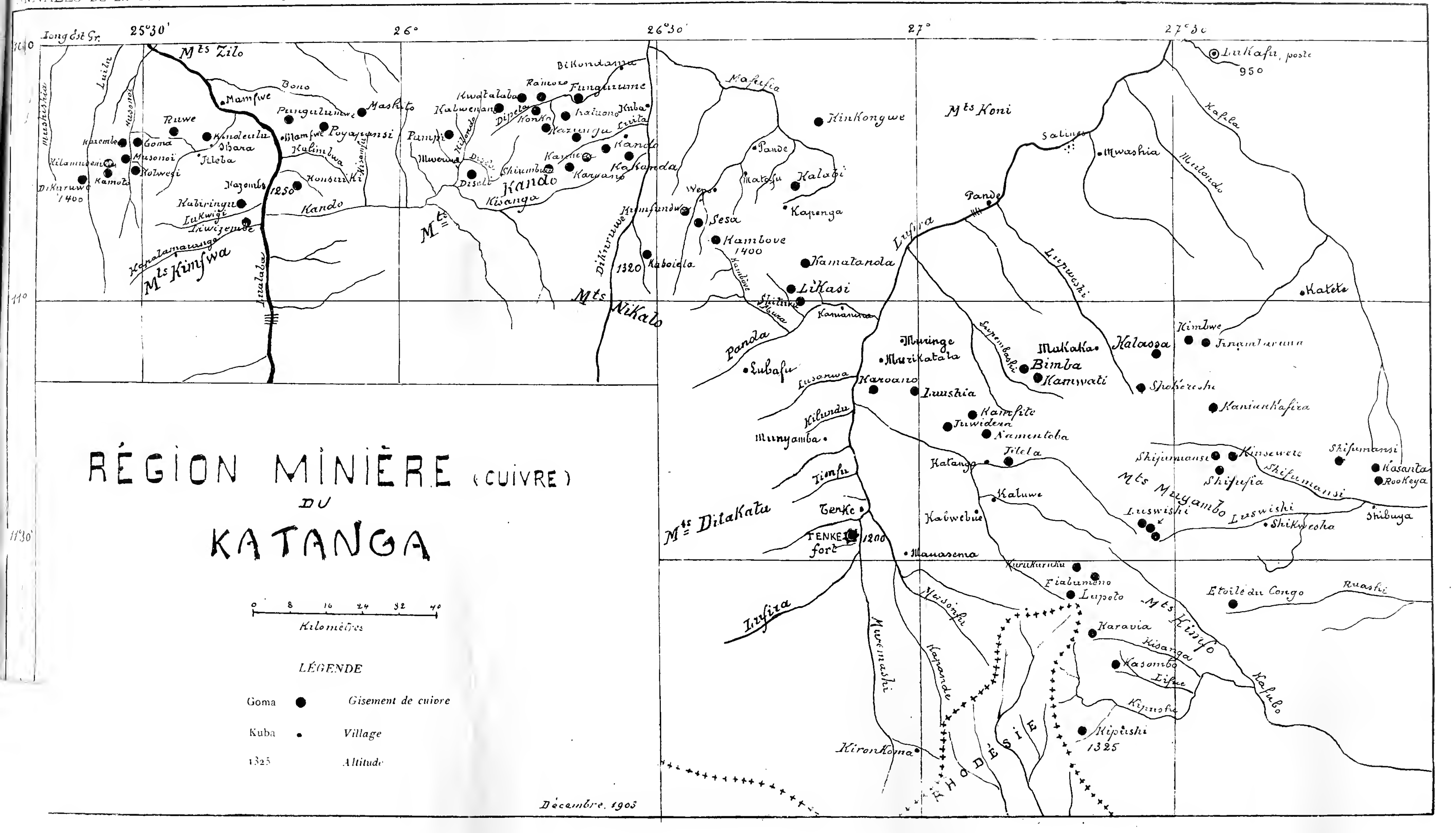
Kamfite

Juwidera

Namentoba

Jilela

11°30'


RÉGION MINIÈRE (CUIVRE) DU KATANGA
Long Est Gr.
25°30'
26°
26°30'
27°
27°30'
11°
11°30'
Mts Zilo
Mts Kinfwa
Mts Nikalo
Mts Koni
Mts Dilakatu
Mts Kinifo
Mts Muyambo
Lukafu, poste
950
Kambove
1400
Likasi
Bimba
Kamwati
Kalassa
TENKE fort
1200
Kipushi
1325
Etoile du Congo
Lufira
Lupoto
Kasombo
Karavia
Kaboïela
1320
Kabiringu
1250
Kando
Dikuruwe
1400
RHODÉSIE
0 8 16 24 32 40
Kilomètres
LÉGENDE
Goma Gisement de cuivre
Kuba Village
1325 Altitude
Décembre 1903